

علوم زیستی ورزشی - پاییز ۱۳۹۱
شماره ۱۴ - ص ۳۶ - ۲۱
تاریخ دریافت: ۹۱/۰۳/۱۸
تاریخ تصویب: ۹۱/۰۶/۱۷

تأثیر یک دوره تمرین در آب روی هورمون رشد و عامل رشد شبه انسولینی (IGF-1 و GH) کودکان

۱. محمدحسین باقری^۱ - ۲. عفت بمبئی چی - ۳. فهیمه اسفرجانی - ۴. مینا ستار
۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی دانشگاه اصفهان، ۲. دانشیار دانشگاه اصفهان، ۳. استادیار دانشگاه اصفهان، ۴. کارشناس ارشد
فیزیولوژی دانشگاه اصفهان

چکیده

هورمون رشد و عامل رشد شبه انسولینی ۱، از هورمون‌های آنابولیک هستند که نقش حیاتی در بالیدگی دستگاه‌های مختلف بدنی به ویژه در کودکی و نوجوانی دارند. ورزش یکی از محرک‌هایی است که ترشح GH و IGF-1 را تحت تأثیر قرار می‌دهد، امروزه ورزش‌های آبی به علت ایجاد نشاط در کودکان، بسیار توصیه شده است. هدف این پژوهش بررسی اثر یک دوره ۸ هفته‌ای تمرین در آب بر سطوح استراحتی GH و IGF-1 کودکان ۹ تا ۱۱ سال پسر است. ۱۸ دانش‌آموز پسر غیرورزشکار (میانگین \pm انحراف معیار، سن $10/2 \pm 2$ سال، وزن $26/5 \pm 3$ کیلوگرم و قد $130/9 \pm 6$ سانتی‌متر) انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۸ نفر) قرار گرفتند. ابتدا از تمام آزمودنی‌ها نمونه‌های خونی ناشتا به‌منظور اندازه‌گیری سطوح GH و IGF-1 گرفته شد. سپس آزمودنی‌های هر دو گروه تجربی به مدت ۸ هفته، سه جلسه ۱ ساعته در هفته به تمرین با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب پرداختند. آزمودنی‌های هر دو گروه کنترل در این مدت هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشتند. پس از ۸ هفته از تمام بازیکنان بار دیگر نمونه خونی گرفته شد. از آزمون t همبسته و t مستقل برای آنالیز داده‌ها استفاده شد. تحلیل آماری نشان داد که ۸ هفته تمرین در آب، روی غلظت سرمی GH و IGF-1 تأثیر معناداری ندارد ($P > 0/05$)، در حالی که در گروه کنترل بعد از ۸ هفته، افزایش معناداری در غلظت GH و IGF-1 مشاهده شد ($P < 0/05$). علاوه بر این، بین دو گروه بعد از ۸ هفته اختلاف معناداری در مقدار ترشح GH و IGF-1 وجود داشت ($P < 0/05$). به‌طور کلی نتایج نشان داد که ۸ هفته تمرینات منتخب در آب با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب در دقیقه موجب تحریک ترشح GH و IGF-1 کودکان ۹ تا ۱۱ ساله پسر غیرورزشکار نمی‌شود ($P \leq 0/05$).

واژه‌های کلیدی

هورمون رشد، عامل رشد شبه انسولینی، تمرین در آب، کودک.

مقدمه

در ورزش، بدن با تقاضاهای زیادی روبه‌روست که تغییرات فیزیولوژیکی گسترده‌ای را موجب می‌شود. از این-
 رو بررسی رویدادهای فیزیولوژیکی که در طول تمرین و سازگاری‌هایی که به‌طور معمول در پی تمرین رخ می-
 دهد، از اهمیت ویژه‌ای دارد. سازگاری‌هایی که در کل بدن و به‌دنبال تمرین روی می‌دهد، در نتیجه سازگاری-
 هایی است که در دستگاه‌های مختلف ایجاد شده است (۸). 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 افزایش توانایی بدن در مواجهه با فشارهای جسمانی و روانی از جمله وظایف
 هورمون‌هاست (۱). هورمون رشد^۱ (GH) یا سوماتوتروپین^۲، یکی از مهم‌ترین هورمون‌های بدن است که همراه
 با گروهی از هورمون‌های دیگر بر متابولیسم اثرگذار بوده و برای ادامه رشد طبیعی بدن لازم است. این هورمون
 برای ادامه رشد در کودکان و نوجوانان و حفظ وزن و پروتئین در افراد بالغ لازم است. با این حال هورمون رشد
 کمتر به‌طور مستقیم بر روند رشد اثرگذار است و بسیاری از جنبه‌های رشد در بدن تحت تأثیر ماده‌ای است به
 نام سوماتومدین^۳ که به‌طور عمده در کبد تولید می‌شود. به‌گونه‌ای که مشخص شده رشد طبیعی با غلظت
 پلاسمایی سوماتومدین یا عامل رشد شبه‌انسولینی^۴، رابطه‌ای مستقیم دارد (۴). فعالیت‌ها و تمرینات جسمانی
 سبب تغییرات گسترده‌ای در سطوح برخی هورمون‌ها در مقایسه با زمان استراحت می‌شود. شواهد فراوانی نشان
 می‌دهد که در جریان ورزش کنترل سیستم عصبی - هورمونی در فرایند تنظیمی با سازوکارهای پیش‌روند و
 پس‌روند صورت می‌گیرد. گزارش شده است که با شروع ورزش، تحریکاتی از مرکز حرکتی مغز و همچنین از
 طریق اعصاب‌آوران عضلات فعال به مراکز غدد درون‌ریز بالاتر فرستاده می‌شود و بسته به مقدار فشار کار، پاسخ
 هورمونی ویژه‌ای را موجب می‌شود که این تنظیم اولیه به فعالیت خودارگانسیم بستگی دارد (۳). تحقیقات
 متعددی در زمینه تأثیر هورمون رشد و عامل رشد شبه‌انسولینی^۱ بر افزایش اندازه عضلات (هیپرتروفی) صورت
 گرفته که در بیشتر آنها رابطه مستقیمی بین مقدار غلظت این هورمون و افزایش قدرت و اندازه عضلات مشاهده
 شده است (۱۷، ۱۸). بسیاری از اعمال و فعالیت‌های بدنی در دوران خاصی از زندگی افراد تأثیر چشمگیر و گاه

-
- 1 . Growth hormone
 - 2 . Somatotropin
 - 3 . Somatomedin
 - 4 . Insulin Like Growth Factor

ماندگاری برجا خواهند گذاشت. نمونه بارز این ادعا، نقش برجسته، تأثیرگذار و گاه سرنوشت‌ساز فعالیت‌های بدنی بر ترشح GH و به تبع آن IGF-1 در کودکی و رشد افراد است. فعالیت جسمانی و ورزش برای کودکان، موجب فراگیری استقلال و درک طرحی کلی از توانایی‌ها و ویژگی‌های بدن می‌شود و در رشد کودک نیز سهیم است و به تخلیه فشارهای روزانه و تمرکز بهتر در مدرسه می‌انجامد. دوران کودکی فعال می‌تواند پایه و اساس آمادگی جسمانی در طول عمر باشد. هرچند هنوز ابهام‌هایی در مورد این سؤال که آیا پرداختن به رشته‌های ورزشی مختلف اثر خاصی بر رشد و بلوغ کودکان و نوجوانان دارد یا نه؟ وجود دارد. امروزه ثابت شده تمرین با کاهش چاقی در هر دو جنس و گاهی با افزایش توده بدون چربی همراه است. از این رو آگاهی از عملکرد هورمونی هنگام فعالیت‌های ورزشی برای درک نحوه تحمل و گاهی عدم تحمل بدن کودکان و نوجوانان در برابر انواع متغیرهای تمرینی، ضروری است (۲). با این حال کودکان و نوجوانان نباید به‌عنوان بزرگسالان کوچک در نظر گرفته شوند. آنان در هر مرحله‌ای از تکامل خود، خصوصیات ویژه‌ای 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 GH و متعاقب آن IGF-1 بر رشد نهایی قد، افزایش توده عضلانی و بهبود سوخت‌وساز مواد سه‌گانه (کربوهیدرات، چربی و پروتئین) اثرگذار باشند (۳). حال آنکه فعالیت‌های ورزشی نامناسب، می‌تواند از طریق اعمال فشارهای مکرر و نابجا آسیب‌های ساختاری را در صفحات اپی‌فیز استخوان و دیگر نسوج کودکان موجب شود و از این طریق، فرایند رشد را مختل کند. در یک مطالعه پزشکی بزرگ که توسط چهار متخصص ارتوپد انجام گرفت، مشخص شد که از کل آسیب‌های گزارش شده، ۲۸ درصد آن در ورزشکاران زیر ۱۵ سال به وقوع پیوسته و حدود ۶ درصد آن نیز آسیب‌های مربوط به اپی‌فیز است. از این رو لزوم استفاده از ورزش‌هایی که علاوه بر ایجاد حس نشاط و شادی، اجتماعی شدن و فراگیری هنجارهای مربوط به آن، بتواند بدون بروز مشکلات و آسیب‌های خاص بدنی، پاسخ‌های مناسب فیزیولوژیکی و سازگاری‌های مربوط به آن را در کودکان برانگیزد، ضرورت اجرای این تحقیق است (۱۹). به نظر می‌رسد مؤثرترین برنامه‌های تمرینی، برنامه‌هایی است که بتواند علاوه بر مرتفع ساختن نیازها و هدف‌های برنامه‌ریزی شده در تمرین، سبب ترشح بیشتر هورمون‌های مؤثر در روند آنابولیسم شود. از این رو در این تحقیق، تأثیر هشت هفته تمرین در آب بر مقدار ترشح هورمون رشد و عامل رشد شبه انسولینی ۱ در کودکان ۹ تا ۱۱

ساله بررسی شد تا شاید پاسخی مناسب برای برخی پرسش‌های مطرح درباره تغییرات هورمون‌های آنابولیک کودکان در واکنش به ورزش‌های آبی بیابیم.

روش تحقیق

جامعه آماری تحقیق حاضر، کودکان پسر ۹ تا ۱۱ ساله دبستان عدالت شهرستان نجف‌آباد بودند که از بین آنها، ۱۸ کودک (سن $10/2 \pm 2$ سال، وزن $26/5 \pm 3$ کیلوگرم و قد $130/9 \pm 6$ سانتی‌متر) به صورت در دسترس به عنوان نمونه آماری انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۸ نفر) تقسیم شدند. تمام آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تحقیق سالم بودند و از داروی خاصی استفاده نمی‌کردند. در این تحقیق، قد و وزن آزمودنی‌ها با ترازو و قدسنج (SECA) اندازه‌گیری و براساس آن BMI تعیین شد.

مراحل اجرای

از کلیه آزمودنی‌ها، اعم از گروه کنترل و تجربی، در حالت ناشتا و با کنترل دقیق میزان ساعات خواب، قبل از نمونه‌گیری و پیش‌آزمونی شامل نمونه‌گیری خونی به‌منظور تعیین GH و IGF-1 به‌عمل آمد. ضمن آنکه به‌منظور کنترل رژیم غذایی آزمودنی‌ها، تنها از عدم مصرف دارو توسط هر کدام از نمونه‌ها مطمئن شدیم و کل مواد غذایی دریافتی آزمودنی‌ها در ۲۴ ساعت منتهی به نمونه‌گیری ثبت شد. با این حال به‌دلیل محدودیت‌های تحقیقی و از آنجا که کلیه آزمودنی‌ها از شب قبل از نمونه‌گیری ناشتا بودند، کنترل دقیقی بر رژیم غذایی صورت نگرفت و هر کدام از نمونه‌ها رژیم معمول خود را داشتند. در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون نمونه‌های خونی (۵ میلی‌لیتر) در ساعت ۹ صبح و توسط متخصص آزمایشگاه گرفته و مقدار GH و IGF-1 آن تعیین شد. بعد از ۴۸ ساعت، افراد گروه تجربی به مدت ۸ هفته، هر هفته سه جلسه و هر جلسه ۱ ساعت به تمرین در آب با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب در دقیقه پرداختند. کنترل ضربان قلب به صورت دستی و در داخل آب صورت گرفت (شدت مورد نظر \times سن - ۲۲۰). کلیه جلسات تمرین بین ساعت ۱۰ تا ۱۱ صبح در استخر کوهستان واقع در شهرستان نجف‌آباد انجام گرفت. پس از پایان ۸ هفته، بار دیگر نمونه‌گیری خونی در حالت ناشتا و کلیه موارد کنترلی اعم از رژیم غذایی، میزان ساعات خواب ۲۴ ساعت قبل از نمونه‌گیری و عدم

مصرف دارو، همانند مرحله قبل و با ۴۸ ساعت تاخیر به علت مطمئن شدن از برطرف شدن کلیه آثار کوتاه مدت فشار جلسات تمرینی صورت گرفت. اندازه گیری GH با استفاده از کیت مونوباید^۱ و روش سنجش جذب ایمونولوژیک وابسته به آنزیم آ یا الیزا^۲ انجام شد. برای تعیین میزان عامل رشد شبه انسولینی ۱ از کیت لیاسون^۴ و روش سنجش الکتروکمی لومینسانس استفاده شد. واحد اندازه گیری متغیرهای خونی، نانو گرم بر میلی لیتر سرم (ng/ml) بود که به صورت مطلق و بدون در نظر گرفتن حجم پلاسمای آزمودنی ها صورت گرفت. در طول دوره تمرینی، دمای آب استخر بین ۲۱ تا ۲۴ درجه سانتی گراد حفظ شد. از آنجا که آزمودنی های این پژوهش خردسالان با سن کم بودند و هیچ کدام از آنها مهارت شنا کردن را نیز نداشتند، در این پژوهش از پروتکل استاندارد استفاده نشد. پس از بررسی چندین پروتکل (۲۱)، در نهایت با توجه به شرایط خاص آزمودنی ها از لحاظ سنی و عدم قابلیت شنا کردن و حتی حفظ موقعیت بدنی خود به طور پایدار در آب استخر، با کمک مربیان شنا از پروتکل محقق ساخته ای استفاده شد که با توجه به اصول تمرینی برنامه ریزی و مورد استفاده قرار گرفت. از آنجا که هدف برنامه تمرینی برانگیختن پاسخ مناسب هورمونی (GH و IGF-1) بود، بیشتر تمرینات در آب شامل حرکات ساده ای بود که بیشتر عضلات بزرگ بدن را درگیر می کرد. پروتکل تمرینی به این صورت بود که ابتدای هر جلسه به مدت ۵ دقیقه بیرون از آب، حرکات کششی و نرمش اجرا می شد و ۵ دقیقه بعدی در داخل آب به گرم کردن اختصاص می یافت. سپس هر آزمودنی تخته شنا دریافت می کرد و عرض ۱۲/۵ متری استخر را براساس برنامه از پیش تعیین شده ای که توسط مربی شنا اجرا می شد، به مدت ۴۰ دقیقه به روش های مختلف طی می کرد. شدت تمرین نیز در داخل آب توسط محقق به طور مستمر از طریق اندازه گیری دستی ضربان قلب کنترل می شد. با توجه به مبتدی بودن آزمودنی ها و نیز برنامه تمرینی برنامه ریزی شده، تمرینات از سطحی با شدت کم شروع و به تدریج و متعاقب افزایش تعداد جلسات، شدت تمرینات نیز از طریق تغییر در متغیرهای تمرینی افزایش می یافت. متغیرهای تمرینی (شدت، مدت، تواتر و...) از طریق تغییر در نسبت کار به استراحت، افزایش مدت تمرین، کاهش زمان استراحت بین هر ست و افزایش سرعت شنا کردن تغییر می کرد. نسبت کار به استراحت در جلسات اول تا پنجم ۱ به ۲ در نظر گرفته شد که با پیشرفت آزمودنی ها در جلسات آخر برنامه

-
- 1 . Monobind
 - 2 . Enzyme Linked Immunosorbent Assay
 - 3 . ELAISA
 - 4 . LIAISON

نمیرینی، نسبت کار به استراحت ۱ به ۱ رسید. این افزایش، در مورد حجم تمرین نیز در نظر گرفته شده بود، به طوری که آزمودنی‌ها در جلسات ابتدایی ۱۰ متر عرض استخر را طی می‌کردند و در جلسات آخر تعداد تکرارها به ۳۵ عرض استخر نیز رسید. همواره ضربان قلب آزمودنی‌ها بین ۱۴۰ تا ۱۶۵ حفظ شد (۷۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه). در پایان هر جلسه نیز پس از پایان برنامه تمرینی، بنا بر اقتضای سنی و برای حفظ انگیزه و نشاط کودکان ۵ تا ۱۰ دقیقه به بازی‌های گروهی در آب با استفاده از توپ و حلقه اختصاص داده شد. در پایان تمرین نیز، زمانی حدود ۵ دقیقه به سرد کردن و بازگشت به حالت اولیه اختصاص یافت. در جدول ۱ نمونه‌ای از شرح تمرینی جلسه دهم ذکر شده است.

جدول ۱ - نمونه‌ای از حرکات اصلی اجرا شده در جلسه دهم تمرین در آب

شدت	تکرار (عرض ۱۲/۵ متری استخر)	حرکات
بالا	۲	راه رفتن و دویدن در آب
متوسط	۴	سر خوردن (با تخته شنا)
متوسط	۶	پای کرال (با تخته شنا)
متوسط	۶	دست کرال (با تخته شنا)
بالا	۴	پای جفت (با تخته شنا)
بالا	۴	دست و پای کرال سینه

طبیعی بودن داده‌ها با آزمون کلوموگروف - اسمیرنوف تعیین شد و برای بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین در آب بر مقدار GH و IGF-1 کودکان ۹ تا ۱۱ سال از آزمون t وابسته و برای تعیین اختلاف میانگین‌های بین دو گروه از آزمون t مستقل و در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ استفاده شد.

نتایج و یافته‌های تحقیق

ویژگی‌های توصیفی دانش‌آموزان مورد بررسی شامل قد، وزن، سن و شاخص توده بدنی (BMI) گروه‌های تجربی و کنترل به صورت میانگین و انحراف معیار ($M \pm SD$) در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲ - مشخصات آزمودنی‌های گروه‌های تجربی و کنترل ($M \pm SD$)

ویژگی	گروه کنترل (۸ نفر)	گروه تجربی (۱۰ نفر)
قد (سانتی‌متر)	۱۳۱/۴ ± ۷	۱۳۰/۹ ± ۶
وزن (کیلوگرم)	۲۷/۴ ± ۳	۲۶/۵۷ ± ۹
سن (سال)	۱۰/۴ ± ۲	۱۰/۲ ± ۳
شاخص توده بدنی (BMI)	۱۵/۳ ± ۴	۱۴/۹ ± ۴

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مقدار ترشح GH و IGF-1 پس از ۸ هفته تمرین در آب در آزمودنی‌های گروه تجربی تغییر معناداری نداشته است ($GH = ۰/۲۴۵$ و $IGF-1 = ۰/۴۴۲$) ($P > ۰/۰۵$). حال آنکه GH و IGF-1 در آزمودنی‌های گروه کنترل افزایش معناداری نشان داد ($GH = ۰/۰۰۲$ و $IGF-1 = ۰/۰۰۷$) ($P < ۰/۰۵$) (جدول ۳).

جدول ۳ - مقایسه میانگین و انحراف معیار متغیرها (انحراف معیار \pm میانگین)

متغیر (واحد)	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	t آماره	سطح معناداری
هورمون رشد (GH) (ng/ml)	کنترل	۱/۳۲ \pm ۱/۱۰	۲/۰۸ \pm ۰/۸۷	۵/۰۳	*۰/۰۰۲
	تجربی	۲/۰۸ \pm ۰/۸۷	۱/۲۰ \pm ۰/۸۴	۱/۲۴	۰/۲۴۵
هورمون عامل رشد شبه انسولینی ۱ (IGF-1) (ng/ml)	کنترل	۱۲۱/۶ \pm ۲۲/۶۲	۱۶۲/۸۸ \pm ۲۶/۴۴	۳/۷۸	*۰/۰۰۷
	تجربی	۱۱۲/۰۷ \pm ۲۵/۷۹	۱۲۰/۳۹ \pm ۳۵/۱۶	۰/۸۰	۰/۴۴۲

ng/ml: نانوگرم در هر میلی لیتر

*معناداری در سطح $P \leq 0.05$

از طرفی آنالیز t وابسته یافته‌های این پژوهش، تفاوت معناداری در اختلاف هورمون GH و IGF-1 پس از ۸ هفته تمرین در آب بین آزمودنی‌های گروه‌های کنترل و تجربی نشان داد ($GH = 0.029$ و $IGF-1 = 0.045$) (1) ($P > 0.05$) (جدول ۴).

جدول ۴ - مقایسه میانگین و انحراف معیار متغیرها (انحراف معیار \pm میانگین)

متغیر (واحد)	گروه	میانگین اختلاف	t آماره	سطح معناداری
هورمون رشد (GH) (ng/ml)	کنترل	۰/۷۵ \pm ۰/۴۲	۲/۳۹	*۰/۰۲۹
	تجربی	-۰/۷۵ \pm ۱/۸		
هورمون عامل رشد شبه-انسولینی ۱ (IGF-1) (ng/ml)	کنترل	۴۱/۲۲ \pm ۳۰/۸۵	۲/۱۷	*۰/۰۴۵
	تجربی	۸/۳۵ \pm ۳۲/۷		

ng/ml: نانوگرم در هر میلی لیتر

*معناداری در سطح $P \leq 0.05$

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مقادیر سرمی GH و IGF-1 پس از ۸ هفته تمرین در آب در کودکانی که در گروه تجربی حضور داشتند، تغییر معناداری پیدا نکرد، در حالی که این متغیرها، در آزمودنی‌های گروه کنترل، پس از سپری شدن ۸ هفته و بدون شرکت در فعالیت ورزشی خاصی، افزایش معناداری نشان داد. از این رو پس از طی این دوره تمرینی تفاوت معناداری در سطوح سرمی GH و IGF-1 بین دو گروه مشاهده شد. در تأیید یافته‌های تحقیق حاضر، کرایگ^۱ و همکاران (۱۹۹۱)، گزارش کردند که ۱۰ هفته تمرین ورزشی، پاسخ GH پایه را به یک جلسه فعالیت در گروه‌های وزنه‌بردار و ترکیبی تغییر نداده است (۱۰). پژوهشگرانی همچون هاکنین^۲ و همکاران (۲۰۰۱)، بوسکو^۳ و همکاران (۲۰۰۰) و ویلیامز^۴ و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند، تمرینات قدرتی که به‌منظور کسب حداکثر قدرت اجرا می‌شود و شامل شدت‌های زیاد و تکرارهای کم است، سبب افزایش معنی‌دار در مقدار ترشح GH پس از تمرین نخواهد شد (۲۵، ۱۷، ۷). در سال ۱۹۹۲ فلیسینگ^۵ و همکاران گزارش کردند که سطوح GH افزایش چشمگیری پس از تمرینات با شدت کم پیدا نمی‌کند (۱۴). وال^۶ و همکاران (۲۰۱۱) در قسمتی از پروتکل تمرینی که در آن از تمرین پرحجم در مقابل تمرین پرشدت استفاده کرده بودند، نتایج مشابه با یافته‌های این پژوهش را گزارش کردند (۲۴). الیاکیم^۷ و همکاران (۱۹۹۸) نیز گزارش کردند که باوجود افزایش مقدار GH در پی یک جلسه تمرین والیبال، چنین افزایشی در سطوح IGF-1 و پروتئین متصل به آن (IGFBP-3)^۸ رخ نداده است (۱۲).

به‌نظر می‌رسد افزایش حجم پلازما و گسترش آبرسانی و افزایش حساسیت هورمونی و در نتیجه کاهش پاسخ هورمونی به آن را می‌توان به‌عنوان یکی از علل عمومی اثرگذار در کاهش یا عدم تغییر سطوح استراحتی GH و IGF-1، متعاقب یک دوره تمرینی ذکر کرد. علاوه بر آن، سازش‌پذیری با تمرین سبب افزایش میزان

1. Craig
2. Hakinen
3. Bosco
4. Williams
5. Felsing
6. Wahl
7. Eliakim
8. Insulin like Growth Factor Binding Protein 3

انتقال دهنده‌های GH و IGF-1 می‌شود (GHBP^۱ و IGFBP_S). پروتئین‌های متصل به IGF-1 (IGFBP_S) و GH (GHBP) بر عملکرد این هورمون‌ها اثرگذارند. به‌گونه‌ای که از یک طرف موجب افزایش نیمه عمر این هورمون‌ها در خون شده و از طرف دیگر به کاهش IGF-1 و GH آزاد منجر می‌شوند ((۱۸، ۱۱). بنابراین GHBP و IGFBP_S می‌تواند نقش مؤثری در تنظیم مقدار هورمون رشد و عامل رشد شبه‌انسولینی در طول ریتم شبانه‌روز داشته باشد و اثرگذاری این هورمون بر هیپرتروفی و رشد اسکلتی - عضلانی را کنترل کند. از آنجا که در این پژوهش هیچ‌یک از این حامل‌های هورمونی مذکور اندازه‌گیری نشده است، به‌طور یقین نمی‌توان در مورد آن بحث کرد. به‌طوری‌که محققانی چون الیاکیم و همکاران (۱۹۹۸)، فلسینگ و همکاران (۱۹۹۲)، مرندی^۲ و همکاران (۱۳۸۵) و وال و همکاران (۲۰۱۱)، اعلام کردند که متعاقب یک دوره تمرینی چند چند هفته‌ای، افزایش چشمگیری در میانگین سرمی GHBP و IGFBP_S مشاهده شده است که می‌تواند سازش‌پذیری با تمرین را در این افراد بازگو کرده و نیاز کمتر به مقادیر GH و IGF-1 را توجیح کند (۲۴، ۱۴، ۱۲، ۵). نتایج پژوهش گمز^۳ و همکاران (۲۰۰۶)، در حالی با یافته‌های این پژوهش همسوست که با وجود افزایش نیافتن معنادار غلظت سرمی IGF-1 پس از طی دوره شش هفته‌ای در آزمودنی‌ها، مقایسه محتوای پپتیدی عامل رشدی شبه‌انسولینی^۱، افزایش چشمگیری را نشان داد که در نهایت به هیپرتروفی عضلانی در آزمودنی‌ها نیز منجر شده بود (۱۶). پژوهشگرانی چون بلوستین^۴ (۱۹۹۴)، پریترالف^۵ و همکاران (۱۹۹۹)، هانسن^۶ و همکاران (۲۰۰۱)، ویلیامز و همکاران (۲۰۰۲)، بایوکازی^۷ و همکاران (۲۰۰۳)، ارنبرگ^۸ و همکاران (۲۰۰۳)، گودفری^۹ و همکاران (۲۰۰۳)، گمز و همکاران (۲۰۰۶) و وال و همکاران (۲۰۱۱)، به وجود ارتباط قوی بین سطح لاکتات خون و ترشح GH اشاره کرده‌اند (۲۵، ۲۴، ۲۰، ۱۸، ۱۶، ۱۵، ۱۳، ۸، ۶).

1. Insulin like Growth Factor Binding Protein

2. Marandi

3. Gomez

4. Blostein

5. Pritzlaff

6. Hansen

7. Buyukyazi

8. Erhrnborg

9. Godfrey

به نظر می‌رسد که پاسخ حاد هورمونی و سازش‌پذیری با آن، تا حد زیادی به نوع برنامه تمرینی وابسته است. متغیرهایی چون بار تمرین، تعداد دوره‌ها، تعداد تکرارها، مقدار استراحت بین دوره‌ها، حجم عضلات درگیر و تعداد جلسات در هفته از آن جمله‌اند. این مسئله بیانگر آن است که مقدار ترشح GH به شدت و حجم تمرین و نوع فعالیت انقباضی و مقدار فراخوانی واحدهای حرکتی نیز بستگی دارد. توضیح بیشتر برای افزایش GH و در نهایت IGF-1 پس از تمرینات بدنی، ممکن است مربوط به افزایش هیپوگلیسمی، اثر تحریکی قشر حرکتی و فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک (نورواڈرنالین) بر اثر فعالیت ورزشی بر هسته‌های تولید GHRH در هیپوتالاموس باشد. در مقاله مروری ویرو (۱۹۹۲)^۱، از شدت آستانه و مدت فعالیت ورزشی به عنوان عوامل اصلی اصلی مؤثر بر واکنش هورمون‌ها از جمله هورمون رشد به ورزش نام برده شده است (۲۳). واکنش هورمونی به ورزش به چند عامل بستگی دارد. با این حال عامل شدت آستانه به منظور تحریک هورمون مورد نظر اهمیت زیادی دارد و پس از آن، مدت تمرین ورزشی در اولویت است. بایوکازی و همکاران، یکی از دلایل افزایش ترشح هورمون رشد پس از تمرینات قدرتی با شدت متوسط و تکرار زیاد را افزایش فعالیت سمپاتیک عنوان می‌کنند (۸). افزایش فعالیت سیستم سمپاتیک سبب ترشح اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین و تحریک فعالیت نورون‌های مرکزی آدرنژیک شده و به دنبال آن مقدار ترشح GH افزایش خواهد یافت. یافته‌های گمز و همکاران (۲۰۰۶) در حالی با یافته‌های این تحقیق تناقض دارد و افزایش معناداری را در مقدار استراحتی هورمون رشد و عامل رشد شبه‌انسولینی ۱ نشان می‌دهد که پروتکل تمرینی در تحقیق آنان ۵ روز در هفته و به مدت ۶ هفته بوده است. از آنجا که پروتکل تمرینی این محققان در شدتی بالاتر از آستانه لاکتات آزمودنی‌ها بوده (۱۶)، تصور می‌شود که کاهش PH و افزایش لاکتات خون از علل اصلی این افزایش پس از طی این دوره باشد. به طوری که مشخص شده، افزایش اسیدیته و کاهش PH خون و عضله در ورزش‌های شدید موجب تحریک گیرنده‌های متابولیکی می‌شود. این رسپتورها سبب ارسال پیام‌های عصبی از عضلات فعال به سیستم پپتیدی - آدرنوکورتیکال شده و از این طریق افزایش ترشح GH و در نهایت IGFها را موجب می‌شوند. همچنین افزایش غلظت متابولیت‌ها و اسیدی شدن محیط داخلی عضله، باعث تحریک گیرنده‌های شیمیایی می‌شود که این گیرنده‌ها پیام را به سیستم هیپوتالاموسی - هیپوفیزی می‌فرستند و موجب آزادسازی هورمون‌های آنابولیکی مانند GH و در نهایت سنتز و ترشح IGF-1 از کبد و برخی از بافت‌های دیگر می‌شود. شاید یکی از علل عدم

سازش‌پذیری هورمونی در پژوهش گمز، طول دوره تمرینی باشد، به‌گونه‌ای که تعداد زیادی از محققان گزارش کردند که سازش‌پذیری هورمونی به زمانی بیشتر از سازش‌پذیری عضلانی نیاز دارد و با توجه به دوره ۶ هفته‌ای تمرینی در پژوهش این محققان، در مقایسه با ۸ هفته تمرین در این پژوهش، سازگاری هورمونی به‌طور کامل رخ نداده است.

از آنجا که آزمودنی‌های این پژوهش کودکان خردسالی بودند که مهارت شنا کردن نداشتند و ایجاد استرس شدید ورزشی نیز برخلاف اخلاق حرفه‌ای است، به ناچار در این پژوهش از پروتکلی با شدت متوسط استفاده شد. از این‌رو به‌نظرمی‌رسد شدت استفاده‌شده نتوانسته پاسخ هورمون‌های آنابولیکی GH و IGF-1 را در آنان برانگیزد. بخشی از یافته‌های وال و همکاران (۲۰۱۱) نیز در حالی با یافته‌های این پژوهش در تضاد است که پروتکل تمرینی آن از شدتی بالاتر از آستانه لاکتات برخوردار بوده است. این پژوهشگر در قسمتی از پژوهش-هایش که از پروتکل تمرینی پر حجم به‌جای پر شدت استفاده کرده است و در مورد غلظت GH و IGF-1 یافته-هایی همسو با نتایج این پژوهش به‌دست آورد (۲۴). از طرفی افزایش دمای بدن در جریان فعالیت بدنی یکی از عللی است که احتمالاً موجب ترشح GH می‌شود. کریستینسن^۱ و همکاران (۱۹۸۴) نشان دادند که اجرای ورزش در هوای گرم نسبت به اجرای همان ورزش در هوای سردتر به پاسخ بیشتر GH منجر می‌شود (۹). از این‌رو با توجه به اجرای این پژوهش در آبی با دمای ۲۱ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد که نسبت به دمای بسیاری از پژوهش‌های دیگر دمای کمتری محسوب می‌شود، می‌تواند به‌عنوان یکی از دلایل عدم تغییر معنادار سطوح GH و IGF-1 در نظر گرفته شود.

به‌نظر می‌رسد که ارتباط مثبت معنی‌داری بین نور اپی‌نفرین پلازما و غلظت‌های پلاسمایی هورمون رشد و عامل رشد شبه‌انسولینی در افراد در حال تمرین وجود دارد. افزایش سنتز هورمون رشد ناشی از استرس ورزش، با شرایط آمادگی جسمانی فرد رابطه معکوس دارد، زیرا این امکان وجود دارد که در ورزش با مهار گیرنده آلفا - آدرنژیک، تغییر چشمگیری در پاسخ هورمون رشد به استرس رخ ندهد، اما با مهار فعالیت گیرنده‌های بتا - آدرنژیک، ترشح این هورمون تشدید می‌شود. این فرضیه توسط کاساتیوا^۲ به‌عنوان «مکانیزم کنترل مرکزی هورمون رشد به هنگام ورزش» پذیرفته شده است (۲۲). به‌نظر می‌رسد با توجه به اینکه آزمودنی‌های این

1. Christenson

2. Casativa

پژوهش دانش‌آموزان ۹ تا ۱۱ ساله پسر بوده و به‌مراتب نسبت به افراد بزرگسال فعال‌تر و چالاک‌ترند. شاید یکی از علل عدم تغییر معنادار سطوح استراحتی GH و IGF-1 در این افراد، با توجه به این فرضیه که تأثیر ورزش بر ترشح هورمون افراد با سطح فعال بدنی نسبت معکوس دارد، معنا شود. از طرفی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در گروه کنترل مقادیر GH و IGF-1 پس از ۸ هفته افزایش یافته است. از این رو تفاوت معناداری بین گروه‌های کنترل و تجربی وجود داشت. از آنجا که از عوامل بسیار مؤثر بر ترشح GH، مقدار خواب و ریتم شبانه‌روزی آن و تا حدودی نیز رژیم غذایی است و از طرفی این متغیرها به‌دلیل محدودیت‌های تحقیقی به‌طور نسبی (نه مطلق) در هر دو گروه (کنترل و تجربی) کنترل شده بود و نیز این حقیقت که گروه کنترل در هیچ فعالیت ورزشی خاص و سازمان‌یافته‌ای به‌جز ساعات درس تربیت بدنی خود شرکت نداشتند، می‌توان افزایش مقدار ترشح GH و IGF-1 را سپری کردن دوران رشد و بلوغ جسمانی و نزدیکی به سن پرواز از لحاظ رشدی در این افراد توجیه کرد. با این حال، شاید از مهم‌ترین دلایل این افزایش در هورمون‌های آنابولیکی مورد بحث، رژیم غذایی بهتر گروه کنترل نسبت به گروه آزمایشی در طی این دو ماه باشد که به‌جز ۲۴ ساعت قبل از خون‌گیری، بقیه آن تحت کنترل محققان نبوده است.

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که هشت هفته تمرینات منتخب با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب در دقیقه به تحریک ترشح GH و IGF-1 در کودکان ۹ تا ۱۱ ساله پسر غیرورزشکار منجر نمی‌شود.

منابع و مأخذ

۱. خداپناهی، کریم. (۱۳۷۰). فیزیولوژی عمومی (اعصاب و غدد داخلی). تهران، دانشگاه تربیت مدرس.
۲. رابرتز، رابرت آ. رابرتس، اسکات آ. (۱۳۸۴). اصول بنیادی فیزیولوژی ورزشی. ترجمه عباسعلی گائینی و ولی اله دبیدی روشن، تهران، سمت.
۳. 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 فارغ‌التحصیلان و متخصصان تربیت بدنی و ورزش.

۴.سندگل، حسین. (۱۳۷۱)، فیزیولوژی انسانی، یزد، انتشارات یزد.

۵.مرندی، محمد. محبی، حمید. قراخانلو، رضا و نادری، غلامعلی. (۱۳۸۵). تأثیر دوازده هفته تمرین مقاومتی بر برخی از هورمون‌های آنابولیک. پژوهش در علوم ورزشی؛ شماره یازدهم.

6. *Blostein, A. C. (1994). "Effect of running on hormonal growth factors, Microform publication". Int Institute for Sport and Human Performance, Univ of Oregon.*

7. *Bosco, C., Colli, R., Bonmi, R. (2000). "Monitoring strength training neuromuscular and hormonal profile". Med Sci Sports Exercise, 32: PP:202-8.*

8. *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.*

9. *Christenson, S. E, Jorgenson. O., Moller, N. and Orskov, H. (1984). "Characterization of growth hormone release in response to external healty: Comparison to exercise indused release". Acta Endocrinologica, 107: PP:295-301.*

10. *Craig, B. W. J., Lucas, R. Pohman. H, Stelling (1991). "The effects of running, weightlifting and a combination of both on growth hormone release". Journal of Applied Sport science research (Lincoln), 5:PP: 156-192.*

11. *Cuneo, R. C., Salmon, F., Wiles, C. M., Hesp, R., P. H. Soenksen. (1991). "Growth hormone treatment in growth hormone-deficient adults". Effects on exercise performance, Journal of applied physiology (Bethesda), 70: PP:695-700.*

12. *Eliakim, A., Brasel, J. A., Mohan, S., Wong, W. and Cooper D.M (1998). "Increased physical and the growth hormone – IGF-1 axis in adolescent males". Department of pediatrics, University of California Irvine College of Medicine, Irvine, California.*

13. Erhrnborg, C., Lange, K. H. W., Dall, R., Christiansen, J. S., Lundberg, P. A. and Healey, M.L. (2003). "The growth hormone/insulin-like growth factor-1 axis hormones and bone markers in elite athletes in response to a maximum exercise test". *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 88:PP: 394-401.

14. Felsing, N.E., Brasel, J.A. and cooper, D. M. (1992). "Effects of low and high intensity exercise on circulating growth hormone in men". *Journal of Clinical endocrinology and metabolism*, 75:PP: 157-162.

15. Godfrey, R. J., Madgwick, Z. and Whyte, G. P. (2003). "The exercise-induced growth hormone response in athletes". *Sports Med*, 33: PP:599-613.

16. Gomez, R. J., Mello, M. A. D., Caetano, F. H., Sibbuya, C. Y., Anaruma, C. A., Rogatto, G. P., Pauli, J. R. and Luciano, E. (2006). "Effect of swimming on bone mass and GH/IGF-1 axis in diabetic rats". (UNESP). CEP 13506-900.

17. Hakinen, K., Pakarinen, A., Kraemer W.J., Hakinen, A. Valkeinen, H. and Alen, M. (2001). "Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and Force, and serum hormones during strength training in older women". *J Appl Phys*, 11: PP:569-80.

18. Hansen, S., Kvorning, T., Kjaer, M., Sjogaard, G. (2001). "The effect of short-term strength training on human skeletal muscle". *The importance of physiologically elevated hormone levels. Scand J Med Sci Sports*, 11: 347.

19. Larson, R. L & McMahan, RO. (1966). "The epiphyses and the childhood athlete". *Journal of American Medical Association*, 196: PP:607-612.

20. Pritzlaff, C. J. Wideman, L. and Weltman, J. Y. (1999). "Impact of acute exercise intensity on pulsatile growth hormone release in men". *J applied physiology*, 87:PP: 498-504.

21. Raffaelli, C., Lanza, M., Zanolla, L., Zamparo, P. (2010). "Exercise intensity of head-out water based activities (water fitness). *Eur J Appl Physiol*". Accepted: 21 February; 109: PP:829-838.

22. Sutton, J. R., Farrell, P. A. and Harber. V. J. (1990). "Hormonal adaptation to physical activity". In: Bouchard, C., R. J. Shepherd, T. Stephens, J. R. Sutton and B. D. McPherson (eds.), *Exercise, Fitness, and Health*. Illinois: Human kinetics books.

23. Viru, A. (1992). "Plasma hormones and physical exercise". *Sport Med*, 13:PP: 201-209.

24. Wahl, P., Zinner, C., Achtzehn, S., Bloch, W. and Mester, J (2011). "Effect of high- and low- intensity exercise and metabolic acidosis on levels of GH, IGF-1, IGFBP-3 and cortisol". *Institute of Training Science and Sport Informatics, German Sport University Cologne*, 20:PP: 380-5.

25. Williams, A. G., Ismail, A. N., Sharma, A. and Jones, D. A. (2002). "Effects of resistance exercise volume and nutritional supplementation on anabolic and catabolic hormones". *Eur J Appl Physiol*, 86: PP:315-21.

