دریافت:۹۶/۳/۲۴ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۲ ص ص:۲۳۶-۲۲۳

تاثیر هشت هفته تمرین مقاومتی ناپایدار TRX به همراه تمرین هندبال بر سطوح پلاسمایی IGF-I و IGFBP-3 بازیکنان دختر نوجوان هندبال

راضیه بخشایی[۱] محمد فرامرزی[۲]، ابراهیم بنی طالبی[۳]، مریم کامران[۱]

چکیده

سابقه و هدف: نشان داده شده است برنامه های تمرین قدرتی در شرایط ناپایدار برای بهبود قدرت و توان و توانایی پرش مناسب هستند. با این حال ، در مورد تاثیر تمرین مقاومتی ناپایدار TRX بر عوامل رشدی در مطالعات بسیار اندکی مورد توجه قرار گرفته است. هدف این پژوهش بررسی تاثیر هشت هفته تمرین مقاومتی ناپایدار TRX به همراه تمرین هندبال بر سطوح IGF-I و IGFBP-3 بازیکنان دختر نوجوان هندبال بود.

مواد و روش‌ها: ۱۹ بازیکن هندبال دختر باشگاهی با حداقل ۲ سال سابقه تمرین مداوم و دامنه سنی ۱۷-۱۴ سال انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه تقسیم شدند. گروه تجربی اول (۹ نفر) تمرین TRX به همراه تمرینات هندبال را انجام دادند و گروه تجربی دوم (۱۰ نفر) تنها در تمرینات هندبال شرکت کردند. پروتکل تمرینی TRX به صورت دو ماکروسیکل چهار هفته‌ای مجزا ، سه روز در هفته (به جز روزهایِ تمرینی هندبال) اجرا شد؛ ماکروسیکل اول شامل ۹ و ماکروسیکل دوم ۱۱ حرکت بود که به مدت ۱۵ دقیقه تمرین اصلی برای هر آزمودنی در هر جلسه در ۸ هفته انجام شد. شدت تمرین با افزایش تعداد تکرارها، تغییر شیب آزمودنی از سطح زمین و ارتفاع باند کنترل شد. ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت بعد از دوره تمرینی به منظور اندازه‌گیری مقادیر IGF-I و IGFBP-3 خون گیری در حالت ناشتا انجام شد. از آزمون تی وابسته جهت تغییرات درون گروهی و از آزمون تحلیل کوواریانس آنکووا جهت بررسی تفاوت‌های بین گروهی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد اگر چه میزان IGF-I در گروه تمرین هندبال افزایش معنی داری را نشان داد (P=۰/۰۱۴) با این حال ، در مقایسه بین گروهی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. میزان IGFBP-3 در هر دو گروه کاهش معنی‌داری داشت (تمرین TRX به همراه تمرین هندبال۰/۰۱۲=P و تمرین هندبال۰/۰۰۱=P). با این حال ، تفاوت معنی‌داری بین گروه ها وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج پژوهش حاضر هشت هفته تمرین مقاومتی TRX به همراه تمرین مداوم هندبال موجب پروتئولیز IGFBP-3 و افزایش دسترسی زیستی IGF-I شده که می‌تواند در اثرات آنابولیک این شیوه تمرین موثر باشد.

کلید واژه‌ها: IGF-I، IGFBP-3، تمرین مقاومتی ناپایدار TRX، بازیکنان هندبال

[۱] کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

[۲] دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران: نویسنده مسئول md.faramarzi@gmail.com

[۳] استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

مقدمه

در بسیاری از ورزش‌ها، توانایی تولید سطوح قدرت بیشینه در کوتاه‌ترین زمان نقش مهمی را در دست‌یابی عملکرد بهینه ایفا می‌کند. همچنین در ورزشی مانند هندبال تمرین قدرتی، عملکرد ورزش را افزایش، آسیب‌های عضلانی را کاهش و انگیزه بالایی برای ورزشکاران ایجاد می‌کند (۱). علاوه بر مهارت‌های فنی و تاکتیکی، اخیرا نشان داده شده است که ویژگی‌های آنتروپومتریکی و سطوح بالایی از قدرت و توان عضلانی از مهمترین عوامل برای حضور موفق در هندبال سطح بالا است. اگر چه خود بازی هندبال تاثیر مستقیمی بر بیشتر عوامل تعیین کننده دارد، امروزه اعتقاد بر این است که بازیکنان هندبال باید تمرینات بدنسازی ویژه هندبال دیگری از جمله تمرینات قدرت و توان، چابکی و تمرینات تناوبی هوازی شدید را هم اجرا نمایند (۲). تمرین معلق (ناپایدار) (ST)[1] شکل جدیدی از تمرین ورزشی است که پتانسیل تمرین تمام اجزای آمادگی جسمانی را دارد (۳) و امروزه یک گزینه محبوب در جهان تناسب اندام است(۴). تمرین ناپایدار نوآوری نسبتا جدیدی در تمرین مقاومتی است که برای افراد امکان تمرین با وضعیت‌های تمرینی بالاتنه و پایین تنه متعددی را فراهم می‌کند(۵). این تمرینات قدرت، تعادل و ثبات مفصل را همزمان به چالش می‌کشد (۶). وسیله تعلیق TRX[2] یک روش منحصر به فرد تمرین است که با دارا بودن دو باند و دسته اجازه استفاده از وزن بدن فرد به عنوان مقاومت را می‌دهد (۷). TRX، ابزار تمرینی قابل حملی است که قدرت و استقامت عضلانی، پایداری مرکزی، تعادل و انعطاف پذیری را ایجاد می‌کند و به فرد اجازه دستکاری موقعیت و پایداری بدن تا صدها تمرین مقاومتی چند سطحی، عصبی عضلانی و تعادل را با بار یا بدون بار بر بدن را می‌دهد (۸). برخلاف تمرین های مقاومتی سنتی که استرس و فشار تمرینی به یک گروه عضله وارد می شود، TRX استفاده از تعداد زیادی گروه‌های عضلانی را بطور همزمان و همچنین با یک طیف بیشتری از حرکات چند طبقه را امکان پذیر می سازد (۹). هندبال ویژگی انجام فعالیت‌های شدید در سرعت‌های بالا را دارد، بنابراین، موفقیت تا حدودی به قدرت عضلانی خوب توسعه یافته بستگی دارد (۱۰). شناخت تاثیر این شیوه تمرین در مقایسه با سایر روش‌های تمرین قدرتی و توانی و عملکرد در سطح بالا از جمله تمرینات در سطح پایدار و تمرینات مقاومتی سنتی و تاثیری که بر پاسخ‌های متابولیکی از جمله عوامل رشدی می‌گذارد می‌تواند ابعاد دیگری از این تمرینات را مشخص نماید.

تمرینات بدنی محرک نیرومندی برای ترشح هورمون رشد (GH) است که اعمال متعددی بوسیله آن از طریق عوامل رشدی به نام سوماتومدین‌ها رخ می‌دهد. از جمله مهمترین آنها سوماتومدین C یا عامل رشد شبه انسولین-۱[3] (IGF-I) است (۱۱). IGF-I در فرایندهای فیزیولوژیکی زیادی از جمله فرایندهای آنابولیک مرتبط با عضله و استخوان نقش بازی می کند (۱۲). در حدود ۸۰ درصد IGF-I در ترکیب با پروتئین ترکیبی ۱۵۰ کیلودالتنی از جمله پروتئین اتصالی عامل رشد شبه انسولین-۳[4] (IGFBP-3) است و کمتر از یک درصد آن به صورت آزاد است (۱۵-۱۳). IGFBPs ها نیمه عمر IGF-I را طولانی می کند و به عنوان حامل آن در گردش خون و تنظیم کننده اعمال درون گرا و برون گرای آن عمل می کنند (۱۷-۱۶). IGFBP-3 به عنوان مهمترین حامل IGF-I شناخته شده است (۱۷).

شواهد علمی نشان داده است که یک جلسه تمرین معلق می‌تواند به عنوان یک محرک برای ترشح هورمون

1.Suspension Training
2.Total Body Resistance Exercise
3.Insulin Growth Factor-I
4.Insulin-like Growth Factor Binding Protein-3

رشد استفاده شود و یک جایگزین مناسب برای تحریک هورمون‌های آنابولیک باشد که بهبود و رشد عضلات را حمایت می‌کند (۱۸). مطالعات متعددی نشان داده اند محرک های تمرینی شدید باعث تحریک هر دوی IGF-I و IGFBP-3 می شود چرا که بین این عوامل و سطح امادگی جسمانی رابطه مثبت معنی داری وجود دارد (۲۳-۱۹). در مقابل، کاهش IGFBP-3 مرتبط با بیش تمرینی هم مشاهده شده است (۲۴). این ارتباطات نشان می-دهد آمادگی جسمانی آزمودنی های سالم با افزایش فعالیت سیستم IGF-I که وضعیت آنابولیک را تسهیل می‌کند ارتباط دارد (۲۵). بنابراین، می توانیم تایید کنیم که تمرینات بدنی وضعیت آنابولیکی بافت ها را تحت تاثیر قرارداده و می تواند فواید سلامت عمومی ایجاد کند. ارزیابی تغییرات احتمالی در غلظت IGF-1 تام و پروتئین اتصالی به آن (به طور عمده IGFBP-3) می تواند جالب باشد چرا که آنها می توانند عملکرد را تحت تاثیر قرار داده و شاید نشان دهنده وضعیت اضافه بار بدنی ورزشکاران باشند (۲۶-۱۹).

با این حال، بررسی تحقیقات قبلی در مورد تغییرات IGF-I و IGFBP3 پس از تمرینات ورزشی نتایج متناقضی را نشان می دهد و بسته به نوع و درجه تمرین متفاوت است. البته تا آنجا که ما بررسی کردیم در هیچ کدام از این تحقیقات تاثیر تمرینات TRX بر تغییرات احتمالی سطوح این هورمون‌ها مورد بررسی قرار نگرفته است. بیشتر مطالعاتی که تغییر قابل توجه در IGF-I را نشان داده اند از محرک های تمرینی استقامتی و تناوبی شدید استفاده کرده اند (۲۷،۲۸،۲۹)، بااین حال، نشان داده شده است مدت فعالیت ورزشی (۳۰) و شدت فعالیت ورزشی (۳۱) بر پاسخ IGF-I و IGFBP-3 به فعالیت ورزشی تاثیر داشته است. شوارز[1] و همکاران (۳۱) دریافتند IGF-I پس از هر دوی فعالیت ورزشی شدید و کم شدت افزایش مشابهی می یابد و در حالی‌که IGFBP-3 افزایش قابل توجهی را پس از فعالیت ورزشی شدید در مقایسه با فعالیت ورزشی کم شدت نشان داده است (۳۱). مطالعات اندکی تاثیر پروتکل های تمرینی مختلف و جدید را بر سیستم IGF-I بررسی کرده اند. به طور مثال مشخص نیست انجام تمرینات TRX چه تاثیری بر پاسخ سیستم IGF-I دارد.

دادگئون و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی نشان دادند یک جلسه تمرین معلق با استفاده از یک نسبت کار به استراحت ۳۰ ثانیه به ۶۰ ثانیه می‌تواند محور GH در مردان نسبتا فعال را تحریک نماید(۳). اگر چه در مورد تاثیر تمرینات مختلف استقامتی و مقاومتی بر سطوح IGFBP-3 و IGF-I تحقیقات مختلفی انجام شده است با این حال، در خصوص شیوه های تمرینی نوین از جمله TRX بر سطوح تغییرات این فاکتورها تحقیقی چندانی به عمل نیامده است.

با توجه به تاثیر بالقوه‌ای که تمرینات مقاومتی ناپایدار بر تحریک سیستم هورمونی می‌تواند داشته باشد و از آن‌جایی که پاسخ‌های فیزیولوژیک این تمرینات به ویژه در ورزشکاران جوان کمتر مورد بررسی دقیق و بلند مدت قرار گرفته است، تحقیق حاضر در نظر دارد تاثیر این نوع تمرینات (مقاومتی ناپایدارTRX) را بر تغییر غلظت عوامل رشدی IGF-I و IGFBP-3 بازیکنان نوجوان هندبال بررسی نماید.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بود. آزمودنی های این تحقیق بازیکنان دختر نوجوان باشگاه‌های هندبال استان اصفهان با دامنه سنی ۱۷-۱۴ سال بودند. ۳۷ نفر از بازیکنان دختر نوجوان هندبال باشگاه ذوب آهن اصفهان که به طور مداوم در تمرینات شرکت داشتند (حداقل برای۲ سال گذشته) دعوت به همکاری شدند. ابتدا با انجام هماهنگی‌های اولیه با مسئولان و مربیان تیم ذوب آهن پرسشنامه پیشینه پزشکی بین بازیکنان نوجوان منتخب

1.Schwarz

تیم هندبال ذوب آهن اصفهان توزیع شد. در این پرسشنامه با رعایت برخی شرایط ورود به تحقیق از جمله نداشتن سابقه هرگونه بیماری، عدم مصرف هیچ گونه مکمل دارویی، عدم داشتن چرخه قاعدگی نامنظم، پیروی از رژیم غذایی مناسب و عدم شرکت در برنامه بدنسازی خاص غیر از تمرینات معمول باشگاه تاکید شد. قبل از شروع تحقیق و پس از توضیح کتبی و شفاهی روش اجرا و اهداف تحقیق، رضایت نامه کتبی توسط همه بازیکنان و والدین آن‌ها جهت شرکت در این تحقیق و انجام کلیه آزمایش‌ها امضا شد. پس از هماهنگی‌های لازم، ۱۹ نفر به صورت نمونه گیری هدفمند انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه تمرین مقاومتی ناپایدار TRX به همراه تمرین هندبال (۹ نفر) و گروه تمرینی هندبال به تنهایی (۱۰ نفر) قرار گرفتند و میانگین سنی، قد، وزن و شاخص توده بدنی هر گروه (به ترتیب ۲۲/۵، ۶۰/۷، ۱۶۳/۷، ۱۵/۲ – ۲۱/۸، ۵۷/۷، ۱۶۲/۵، ۱۵/۶) ارزیابی شد. اطلاعات مربوط به تحقیق به صورت میدانی و آزمایشگاهی گرد آوری شد. ۲۴ ساعت قبل از شروع تمرین و ۴۸ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی قد، وزن، شاخص توده بدن (BMI)، درصدچربی و vo_{2max} آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن، ضخامت چربی زیرپوستی با استفاده از کالیپر لانگ ساخت کشور آمریکا اندازه گیری شد. سپس با استفاده از فرمول درصد چربی بدن برای دختران ۶–۱۷ سال محاسبه شد(۳۲).

۵/۱ + (مجموع ضخامت پوستی سه سر بازویی و پشت ساق) ۰/۶۱ =(میلی متر) درصد چربی بدن

برای برآورد VO_{2max} آزمودنی‌ها از آزمون ۹ دقیقه دویدن طبق فرمول زیر استفاده شد (۳۲).

VO_{2max} (میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)= ۰/۰۲۶۸) مسافت.متر – ۱۱/۳)

نمونه‌های خونی در پیش آزمون پس از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه، آزمودنی‌ها رأس ساعت ۸ صبح در محل آزمایشگاه تخصصی حضور یافتند و نمونه خون اولیه به میزان۵ سی سی از ورید قدامی بازویی توسط متخصصین خون گیری آزمایشگاه از آنها گرفته شد. نمونه‌های خونی در شیشه‌های حاوی ماده ضد انعقاد EDTA ریخته و سپس نمونه‌ها ۱۰ دقیقه با دور ۲۰۰۰ گرم و در دمای اتاق سانتریفوژ شدند. سپس پلاسما جدا شده و داخل میکروتیوب و در دمای منفی ۴۰ درجه برای اندازه‌گیری بعدی فریز شدند. ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین مجددا اندازه‌گیری های آزمایشگاهی در شرایط و زمان مشابه آزمون‌های اولیه و با همان ابزار توسط محققین آزمایشگاه انجام گرفت.

اندازه‌گیری غلظت IGF-I و IGFBP-3 براساس نانوگرم در میلی لیتر با استفاده از کیت آزمایشگاهی IBL ساخت کشور آلمان با به کارگیری روش الایزا در ۲۴ ساعت قبل از شروع دوره تمرینی و ۴۸ ساعت بعد از پایان دوره تمرین به دنبال ۱۲ ساعت ناشتایی به مرحله اجرا در آمد.

برنامه تمرین مقاومتی TRX

تمرین معلق یکی از جدیدترین اشکال تمرینات پایداری است که از طناب ها و تسمه‌های آویزی بهره می‌گیرد که به یک نقطه ثابت از بالا (مثل سقف یا میله بارفیکس) متصل می شود و به فرد اجازه می دهد در برابر وزن بدن خود از یک موقعیت معلق فعالیت کند. به لحاظ نظری، بر هم خوردن بیشتر پایداری با استفاده از تمرینات ST موجب افزایش به کارگیری واحد حرکتی می‌شود که اساساً باعث کار سخت تر عضله برای انجام یک حرکت خاص می شود. وسیله تعلیق TRX یک روش منحصر به فرد تمرین است که شامل دو باند و دسته است که اجازه استفاده از وزن بدن خود به عنوان مقاومت را می‌دهد و می تواند به راحتی جا به جا شود و در محیط های

مختلف به کار رود. برخلاف تمرین های مقاومتی سنتی که استرس و فشار تمرینی به یک گروه عضله وارد می شود، TRX استفاده از تعداد زیادی گروه های عضلانی را بطور همزمان و همچنین یک طیف بیشتری از حرکات چند طبقه را اجازه می‌دهد.

برنامه تمرینی مقاومتی TRX که توسط ۹ بازیکن اجرا شد، شامل ۸ هفته تمرین TRX بود. آزمودنی‌ها تمرینات TRX را سه بار در هفته و روزهایی غیر از روزهایی که تمرینات معمول هندبال داشتند، انجام دادند. قبل از شروع دوره تمرینی سه جلسه آشنایی با تمرینات برای همه آزمودنی‌ها برگزار شد. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی، ۱۵دقیقه تمرین TRX (برای هر آزمودنی) و ۱۰دقیقه سرد کردن عمومی اجرا شد. ۸ هفته اجرای تمرینات با دو ماکروسیکل ۴ هفته‌ای با استناد به روش استفاده شده توسط اسنار[1] (۲۰۱۴) و لوئیس[2](۲۰۱۴) اجرا شد (۳۳،۳۴).

ماکروسیکل۴ هفته اول تمرینات شامل ۹ حرکت از حرکاتی که عضلات درگیر در رشته هندبال شامل اندام فوقانی، مرکزی و تحتانی را می‌باشد، اجرا شد که شدت در دو هفته اول به علت سرعت پایین اجرای حرکات(عدم آشنایی کامل با تمرینات) کمتر و با ۸ تکرار و در دو هفته دوم با رعایت کردن اصل اضافه بار، میزان شدت با افزایش تعداد تکرارها و نیز تغییر زاویه فرد نسبت به زمین و ارتفاع باند اعمال شد.

جدول۱. برنامه تمرین TRX

هفته ۱-۲	دوره	تکرار	هفته ۳-۴	دوره	تکرار	هفته ۵-۶	دوره	تکرار	هفته۷-۸	دوره	تکرار
پرس جلو بازو	۳	۸	پرس جلو بازو	۳	۱۰	جلو بازو همراه دلتوئید وای فلای	۳	۸	جلو بازو همراه دلتوئید وای فلای	۳	۱۰
اسکات از جلو	۳	۸	اسکات از جلو	۳	۱۰	داخل و خارج ران	۳	۸	داخل و خارج ران	۳	۱۰
باز کردن سه سر	۳	۸	باز کردن سه سر	۳	۱۰	پارویی پایین و بالا	۳	۸	پارویی پایین و بالا	۳	۱۰
لانژ	۳	۸	لانژ	۳	۱۰	خم کننده همسترینگ و پرس لگن	۳	۸	خم کننده همسترینگ و پرس لگن	۳	۱۰
دلتوئید وای فلای	۳	۸	دلتوئید وای فلای	۳	۱۰	پارویی معکوس	۳	۸	پارویی معکوس	۳	۱۰
کرانچ	۳	۸	کرانچ	۳	۱۰	پلانک دور کننده	۳	۸	پلانک دور کننده	۳	۱۰
لانژ جلو همراه با کشش خم کننده ران	۳	۸	لانژ جلو همراه با کشش خم کننده ران	۳	۱۰	کشش گلف	۳	۸	کشش گلف	۳	۱۰

1.Snarr
2. Luis

هفته ۱-۲	دوره	تکرار	هفته ۳-۴	دوره	تکرار	هفته ۵-۶	دوره	تکرار	هفته۷-۸	دوره	تکرار
خم کننده همسترینگ و پرس لگن	۳	۸	خم کننده همسترینگ و پرس لگن	۳	۱۰	لوله شدن به سمت بیرون با زانو همراه باز کردن سه سر	۳	۸	لوله شدن به سمت بیرون با زانو همراه باز کردن سه سر	۳	۱۰
پرس سینه تک پا	۳	۸	پرس سینه تک پا	۳	۱۰	اسکات همراه با پرش	۳	۸	اسکات همراه با پرش	۳	۱۰
						پلانک پهلو	۳	۸	پلانک پهلو	۳	۱۰
						پرش لانژ	۳	۸	پرش لانژ	۳	۱۰

ماکروسیکل ۴هفته دوم ، برای رعایت اصل اضافه بار و اصل تنوع، تعداد و نوع حرکتی که همان عضله را درگیر می‌کند تغییر داده شد. به این‌گونه که هفته ۵-۶ هر آزمودنی۱۱ حرکت را در ۱۵ دقیقه اجرای تمرین اصلی با فاصله استراحت ۳۰ ثانیه با ۸ تکرار انجام داد و نیز برای اعمال مجدد اضافه بار، هفته ۷-۸ هر حرکت با۱۰ تکرار و همچنین افزایش شیب اجرا شد. تمرینات هندبال سه روز در هفته و هر جلسه ۹۰ دقیقه شامل گرم کردن، تمرینات ویژه هندبال و سرد کردن بود. در هر جلسه تمرینی ۱۵ دقیقه پایانی بازی هندبال رقابتی انجام شد.

توزیع طبیعی داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو – ویلک و همگن بودن داده‌ها با آزمون لون بررسی شد. جهت بررسی تغییرات درون گروهی از آزمون تی وابسته و جهت تعیین تفاوت‌های بین گروهی از روش آماری تحلیل کوواریانس آنکووا استفاده گردید. تمام عملیات آماری تحقیق با استفاده از نرم افزارSPSS نسخه ۲۳ انجام گرفت و سطح معنی‌داری $P<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون تی وابسته نشان داد وزن و شاخص توده بدنی در گروه تمرین مقاومتی TRX کاهش و مقدار درصد چربی کاهش معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$) .همچنین VO2max در گروه تمرین مقاومتی TRX افزایش معنی-داری یافت (جدول ۳). نتایج آزمون تحلیل واریانس آنکووا نشان داد در متغیر وزن، BMI درصد چربی و VO2max بین گروه‌ها اختلاف معنی داری وجود دارد($P\leq۰/۰۵$) (جدول۴). نتایج آزمون تی وابسته نشان داد، میزان IGF-I پس از تمرین مقاومتی TRX با افزایش معنی‌داری همراه نشد. میزان IGFBP-3 در گروه تمرین مقاومتی TRX کاهش معنی داری داشت($P<۰/۰۵$). نتایج آزمون تحلیل واریانس آنکووا نشان داد در متغیر IGF-I و IGBFP-3 بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد($P<۰/۰۵$) (جدول۴).

جدول۳. تغییرات ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در گروه‌های تجربی

آماره / متغیر	مرحله	تمرین TRX+ هندبال	تمرین هندبال
وزن (kg)	پیش آزمون	۵۷/۷۶± ۶/۸	۶۰/۷۸±۱۰/۳
	پس آزمون	۵۸/۶۳±۶/۵	۶۰/۴۶±۹/۸
	P درون گروهی	٭ ۰/۰۱	۰/۵۰۳
شاخص توده بدن (کیلوگرم متر مربع)	پیش آزمون	۲۱/۸۴±۱/۹۷	۲۲/۵۷±۲/۸۶
	پس آزمون	۲۱/۹۲±۱/۷۱	۲۲/۴۱±۲/۷۱
	Pدرون گروهی	٭ ۰/۰۱۱	۰/۳۸۶
درصد چربی (BF%)	پیش آزمون	۱۶/۰۱±۳/۷	۱۶/۲۴±۴/۶
	پس آزمون	۱۴/۹۳±۱/۵	۱۶/۰۸±۲/۱
	P درون گروهی	٭ ۰/۰۰۱	۰/۱۰۸
VO_2max (ml.kg.min)	پیش آزمون	۳۰/۰۲± ۰/۸۶	۲۶/۸۶±./۹
	پس آزمون	۳۴/۶۳±۱/۰۲	۲۷/۲۸±۱/۰۱
	P درون گروهی	٭۰/۰۰۱	۰/۴

٭معنادار در سطح P<۰/۰۵

جدول۴. تغییرات متغیرهای تحقیق در درون گروه‌هی و بین گروهی

آماره / متغیر	مرحله	پیش آزمون (M ± SD)	پس آزمون (M ± SD)	P درون گروهی	F	P بین گروهی
IGF-I (ng/ml)	تمرین +TRX هندبال	۲۷۹/۸۴±۱۵۰/۱۵	۳۷۹/۶۱±۱۱۶/۹۱	۰/۱۵۲	۰/۷۲۴	۰/۴۰۷
	تمرین هندبال	۲۲۸/۷۱±۱۰۲/۹۰	٭۳۶۳/۷۲±۸۷/۲۱	۰/۰۱۴		
IGFBP-3 (ng/ml)	تمرین +TRX هندبال	۷۷۴۵/۷۳±۴۳۰۳/۹۸	٭۳۲۵۲/۹۴±۱۴۱۹/۷۱	۰/۰۱۲	۰/۷۵۶	۰/۳۹۷
	تمرین هندبال	۶۷۶۸/۹۲±۲۲۷۲/۲۵	٭۳۵۸۵/۷۸±۴۸۴/۳۲	۰/۰۱		

بحث و نتیجه‌گیری

در ورزش هندبال تمرین قدرتی، عملکرد ورزش را افزایش، آسیب‌های عضلانی را کاهش و انگیزه بالایی برای

ورزشکاران ایجاد می‌کند(۱). همچنین مشخص شده است علاوه بر مهارت‌های فنی و تاکتیکی، ویژگی‌های آنتروپومتریکی و سطوح بالایی از قدرت، توان عضلانی از مهمترین عوامل برای حضور موفق در هندبال سطح بالا است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد در آزمودنی های گروه ترکیبی تمرین TRX و هندبال، وزن و درصد چربی بدنی کاهش و VO2max آنها افزایش معنی داری را نشان داد که این تغییرات در گروه تمرین هندبال به تنهایی معنی دار نبود . کاروالدو همکارن (۲۰۱۴) در تحقیقی در مورد تاثیر تمرین قدرتی و پلایومتریک بر ترکیب بدنی و قدرت در بازیکنان هندبال نشان داد اضفه کردن تمرینات قدرتی به تمرینات هندبال علاوه بر افزایش قدرت باعث کاهش چربی بدنی آنها شده است (۳۵). البته مطالعات دیگری هم نشان داده اند که تمرینات قدرتی قادر به کاهش چربی بدنی می باشد(۱). به نظر می رسد توسعه بافت عضله پس از تمرینات قدرتی باعث افزایش انرژی مصرفی می شود که این موضوع از کاهش وزن و مقدار چربی حمایت می کند (۳۶). بنابراین ، به نظر می رسد تمرینات TRX نیز همانند سایر تمرینات قدرتی توانسته در بهبود ترکیب بدنی بازیکنان هندبال موثر باشد و به شرایط بدنی بهتر آنها کمک کند .

همچنین ، نتایج پژوهش حاضر نشان داد میزان IGF-I گروه تمرین مقاومتی ناپایدار TRX افزایش یافت، هرچند از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. میزان IGFBP-3 در هر دو گروه کاهش معنی‌داری داشت. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس اختلاف معنی‌داری را در IGF-I و IGFBP-3 نشان نداد. یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های بمبئی چی و همکاران (۱۳۹۱) وال و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر افزایش غیر معنی‌دار IGF-I به دنبال تمرین مقاومتی همسو بود(۳۷،۳۸). در مقابل تعدادی از پژوهشگران توانستند تغییر معنی‌داری در IGF-I به دنبال تمرین نشان دهند(۳۹،۴۰).در خصوص IGF-I، نتایج تحقیقات مختلف با تناقض زیادی روبروست. حتی یافته‌های ما در این مطالعه در مورد دو گروه تمرینی اندکی متفاوت بود.یافته‌های حاصل از تحقیقاتی که پاسخ IGF-I را به تمرینات طولانی مدت بررسی کرده‌اند این موضوع را تایید کرده‌اند که شدت، مدت و حجم تمرینی به کار گرفته شده، سطوح نهایی IGF-I را تعیین خواهد کرد(۴۱،۴۲) که ممکن است عدم تغییر معنی‌دار IGF-I در این پژوهش به دلیل شدت، مدت و حجم اعمال شده بر آزمودنی‌ها در گروه تمرینی TRX باشد چرا که پروتکل تمرین ما ۱۵ دقیقه تمرین مقاومتی ناپایدار TRX در هر جلسه بود. پروتکل مورد استفاده در این تحقیق از تحقیق لوئیس و همکاران (۲۰۱۴) اقتباس شد. آنها تاثیر یک دوره تمرین مقاومتی ناپایدار در مقابل تمرین مقاومتی سنتی بر قدرت، توان و سرعت در ۳۶ مرد جوان تمرین نکرده سالم را بررسی کردند. پاسخ هایی که برای هر دو برنامه تمرینی به دست آمد نشان داد تمرین های انجام شده با استفاده از وسایل ناپایدار BOSU[1] و TRX در سرعت بالا می تواند توان و سرعت حرکت را در اندازه مشابه با تمرین مقاومتی سنتی افزایش دهد(۳۴). با این حال، آزمودنی های پژوهش لوئیس افراد تمرین نکرده بودند در حالی که آزمودنی‌های پژوهش حاضر بازیکنان هندبال با حداقل دو سال سابقه تمرین بودند که می تواند سطح آمادگی اولیه را به عنوان یک عامل اثرگذار بر اثر بخشی این نوع تمرینات نشان دهد. به نظر می رسد در آزمودنی های تمرین کرده نیاز به تمریناتی با مدت و شدت بیشتری جهت اثربخشی معنی دار بر سطوح عوامل رشدی گردش خون نیاز باشد.

همچنین رژیم غذایی و تغذیه نیز بر سطوح گردش خون IGF-I تاثیر می‌گذارد که می‌تواند به عنوان یک محدودیت تمرینی در نظر گرفته شود(۴۳)، در صورتی که نمت (۲۰۰۴) در تحقیقی نشان داد تعادل انرژی منفی نقش مهمی را در پاسخ IGF-I به تمرین بازی می‌کند (۴۴). از دیگر عوامل تاثیر گذار بر پاسخ IGF-I به تمرین،

1.Both Sides Up

وضعیت تمرینی و میزان آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها می‌باشد که در پژوهش حاضر هر دو گروه حداقل برای دو سال به طور مداوم در تمرینات هندبال شرکت می‌کردند. تحقیقات نشان داده است که غلظت IGF-I استراحتی بعد از تمرین استقامتی کوتاه مدت کاهش داشته در حالی که در تمرین مقاومتی کوتاه مدت غلظت IGF-I افزایش داشته که این یافته‌ها نشان می‌دهد که پاسخ ناشی از تمرین، سیستم IGF-I گردش خون را در افراد تمرین کرده مقاومتی افزایش می‌دهد و سازگاری‌های هورمونی به تمرین مقاومتی نسبت به تمرین استقامتی برتری داده شده است (۴۵). گرگوری و همکاران(۲۰۱۲) غلظت سیستم گردش خون IGF-I را در ۴ گروه تمرینی استقامتی، مقاومتی، ترکیبی و کنترل بررسی کردند که بعد از هشت هفته، IGF-I بعد از تمرین مقاومتی، نه در استقامتی، افزایش داشته است (۴۲) که با توجه به اینکه هشت هفته تمرین مقاومتی ناپایدار TRX هم موجب افزایش اندک در غلظت IGF-I شد ولی این افزایش معنی دار نبوده است و با نتایج تحقیق ما ناهمسو است. تفاوت در نتیجه IGF-I بین دو تحقیق را می‌توان به نوع شیوه تمرین مقاومتی، سطح پایه IGF-I آزمودنی‌ها در سنین مختلف و طول مدت تمرینات نسبت داد. بیشترین IGF-I گردش خون پایه از طریق کبد مشتق می‌شود، به هر حال مطالعات نشان داده است که افزایش غلظت IGF-I گردش خون در پاسخ به تمرین به رهایش IGF-I از درون بافت‌های عضلانی و دیگر مخازن ذخیره‌سازی خارج عروقی نسبت داده شود (۴۶). بار تمرینی و تمرین مقاومتی بیان و سنتز IGF-I را در بافت‌ها به ویژه عضله اسکلتی تحریک می‌کند. تمرین مقاومتی ممکن است بیان پپتید IGF-I را در این بافت و یا دیگر بافت‌ها بالا ببرد که به افزایش مخزن ذخیره سازی خارج عروقی برای رهایش در طول تمرین کمک می‌کند. IGF-I به صورت موضعی نیز تولید می‌شود و در یک الگوی اتوکرین و پاراکرین عمل می‌کند و ممکن است این‌گونه باشد که IGF-I ویژه بافت، نسبت به IGF-I گردش خون به فعالیت ورزشی حساس‌تر باشد. نشان داده شده است که پاسخ IGF-I موضعی ممکن است برای شرکت در حجیم شدن عضله با تمرین مقاومتی نسبت به عوامل در گردش خون مهم‌تر باشد. بنابراین در حالی که اثر فعالیت ورزشی بر IGF-I گردش خون مبهم باقی می‌ماند، این داده‌ها ارتباط بین فعالیت ورزشی و تولید موضعی عمل IGF-Iرا قانع کننده می‌نمایاند (۴۷).

به عقیده نیندل[2] و همکارانش (۲۰۰۱) اثری که فعالیت مقاومتی بر دستگاه IGF-I در گردش اعمال می‌کند می‌تواند در تغییر مقادیر IGF-I نباشد، بلکه بیشتر به نحوی است که در آن IGF-I در میان خانواده پروتئین‌های اتصالیِ خود توزیع شود(۴۸). این موضوع می‌تواند توجیه نسبتا قانع کننده‌ای در خصوص عدم افزایش معنی‌دار در غلظت‌های سرمی IGF-I باشد که ما پس از فعالیت مقاومتی مشاهده کرده‌ایم. تغییر مقدار خارج سلولی IGF-I از طریق اتوکراین یا پاراکراین باعث افزایش هیپرتروفی عضلانی می شود. اخیراً مطالعات به بررسی و شناسایی مسیرهای سیگنالی درون سلولی درگیر در اثر هیپرتروفیک IGF-I پرداخته اند. در مجموع نشان داده شده است دو آنزیم کلیدیAKT و PI3K در تنظیم رشد و تکثیر سلولی و تنظیم افزایشی ترجمه mRNA های کد دهنده اجزاء سنتز پروتئین، که برای هیپروتروفی عضلانی ضروری هستند درگیر می باشند. بنابراین IGF-I یک میتوژن مهم و فاکتور تمایز برای سلول های عضله اسکلتی است. این احتمال وجود دارد که افزایش آن در اثر اجرای تمرین مقاومتی بیانگر تاثیرات آن در بافت عضلانی و هیپرتروفی عضلانی و ایجاد یک محیط آنابولیک باشد (۴۹). نمت و همکاران(۲۰۰۴) دریافتند که تمرین طولانی باعث کاهش معنی‌دار غلظت IGF-I در نوجوانان می‌شود که با نتایج ما ناهمسو می‌باشد. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که سطوح بالای سایتوکاین‌های پیش التهابی در اثر

2.Nindl

تمرین طولانی مدت می‌تواند موجب سرکوب عوامل رشدی مثل IGF-I شود. این موضوع به سطح سازگاری آزمودنی‌ها با شیوه‌های تمرینی بستگی دارد. هر قدر سازگاری بیشتر شود ترشح سایتوکاین‌های التهابی کمتر شده و به دنبال آن سرکوب عوامل رشدی کمتر می‌شود (۵۰). اسپارکز۱ (۲۰۱۰) طی هشت هفته تمرین مقاومتی پایدار و ناپایدار نشان داده است که هر دو تمرین اثرات یکسانی ایجاد می‌کنند و اینکه تمرین ناپایدار نیروی خارجی کمتری با شدت فعالسازی عضله مشابه استفاده می‌کند، نتیجه‌ی تمرین مشابه با تمرین مقاومتی ناپایدار ممکن است سودمندتر از تمرین پایدار سنتی باشد زیرا این تمرینات می‌تواند نیروی گشتاور ناشی از آسیب کمتری را بر بافت عضلانی–تاندونی ایجاد کند (۵۱). از آن‌جایی که تمرینات مقاومتی در ابتدا باعث تخریب بافت‌ها و افزایش سایتوکاین‌های التهابی می‌شود ولی در انتهای دوره تمرینی هشت هفته، ما با کاهش در غلظت IGF-I مواجه نشدیم که می توان آن را به سازگاری آزمودنی‌ها با تمرین مقاومتی ناپایدار TRX ارتباط داد.

یافته‌های حاصل از مطالعه رجبی و همکاران(۱۳۹۰) نشان داد که یک جلسه فعالیت مقاومتی سنگین موجب کاهش معنی دار در -IGFBP-3 در گروه تمرین کرده شد. نشان می‌دهد که هم وضع تمرینی اولیه و هم فشار فیزیولوژیکی نسبی به کار برده شده در طول تمرین پاسخ IGFBP-3 را تحت تاثیر قرار می‌دهد، احتمالا آستانه-ای از فشار فیزیولوژیک برای ایجاد پروتئولیز IGFBP-3 وجود دارد (کاهش در سطوح IGFBP-3 به دلیل فعال شدن یا افزایش فعالیتIGFBP-3 پروتئازها می‌باشد)(۵۲). کاهش در سطوح IGFBP-3 یک سازو کار جبرانی را ارائه می‌دهد که اجازه داده تا IGF-I آزاد افزایش یابد. افزایش در پروتئولیز IGFBP-3 دسترسی زیستی IGF-I را افزایش می‌دهد چرا که IGF-I کمی به IGFBP-3 متصل خواهد شد. این رویداد ممکن است به صورت بالقوه یک پاسخ مفید به فعالیت ورزشی باشد. پیشنهاد شده است که فعالیت ورزشی مقاومتی طولانی مدت به پروتئولیز IGFBP-3 منجر می‌شود که می‌تواند به طور معنی‌داری به اثرات آنابولیک فعالیت ورزشی کمک کند (۵۳). رزوندل[2] و همکاران (۲۰۰۲) کاهش IGFBP-3 را در دو گروه تمرین کرده و تمرین نکرده بعد از یازده هفته تمرین جسمانی شدید گزارش کردند که با تحقیق ما همسو می‌باشد و نشان دادند که برای رسیدن به آستانه بالاتر از تغییرات IGFBP-3 در افراد تمرین کرده علاوه بر دوره‌هایِ طولانیِ تمرین به شدت بالاتر تمرین نیاز است (۵۴).

هرچند، در کاربرد نتایج این تحقیق باید احتیاط کرد زیرا حجم نمونه‌ها در این تحقیق کم بوده اند. علاوه براین، سایتوکاین‌های التهابی در این تحقیق اندازه گیری نشده و نیز تعامل هورمون گیرنده ممکن است نتایج موجود را تحت تاثیر قرار دهد. درنتیجه، برای تعیین تاثیری که تمرین در پاسخ و سازگاری به تمرین دارد نیاز به مطالعات بیشتری است. زیرا این تحقیق اولین مطالعه‌ای بود که تاثیر شیوه نوین تمرین مقاومتی TRX را بر سازگاری‌های هورمون‌های آنابولیک نوجوانان بررسی کرد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری و تلاش مدیران و کلیه پرسنل مجموعه ورزشی ذوب آهن اصفهان که در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی بعمل می آید.

1. Sparkes
2. Rosendahl

References:

1.Carvalho A, Mourão P, Abade E. 2014. Effects of Strength Training Combined with Specific Plyometric exercises on body composition, vertical jump height and lower limb strength development in elite male handball players, Journal of Human Kinetics;28(41):125-132

2. Buchheit M, Laursen P B.2009. Game-based Training in Young Elite Handball Players. Handball Specific Aerobic Training. Int J Sports Med; 30(4):251– 258

3. Dudgeon W, Judith M, Herron, Johannas A. 2015. Physiologic and Metabolic Effects of a Suspension Training Workout. International Journal of Sports Science; 5(2):65-72

4. Behm D.G, Colado J.C. 2012. The effectiveness of resistance training using unstable surfaces an devices for rehabilitation. International Journal of Sports Physical Therapy;7(2):226-2415.

5. Stray Pedersen J.I, Magnussen R, Kuffel E, Seiler S.2006.Sling Exercise Training improves balance, kicking velocity and torso stabilization strength in elite soccer players. Medicine & Science in Sport & Exercise; 38(5):243

6.Arefinia S.1394. Full Body Suspension Workout Sling Training. (1) Tehran, elm.va.harekat.12

7.Behm D.G, Drinkwater E.J, Willardson J.M, Cowley P.M. 2011.The role of instability rehabilitative resistance training for the core musculature. Strength and Conditioning Journal; 33(3): 72

8.TRX® Suspension Training® Bodyweight Exercise Scientific Foundations and Practical Applications.

9.Joaquin Calatayud , Sebastien Borreani , Juan C. 2014. Muscle Activation during Push-Ups with Different Suspension Training Systems. ©Journal of Sports Science and Medicine;13: 502-510

10.Mendez-Villanueva A, Buchheit M, Kuitunen S, Douglas A. 2011.Age-related differences in acceleration, maximum running speed, and repeated-sprint performance in young soccer players . J Sports Sci; 29(5):477 – 484

11.Stewart CEH, Rotwein P. 1996. Growth, differentiation, and survival: multiple physiological functions for insulin-like growth factors. Physiol Rev;76:1005–26

12.Chevenne D.1991. Les somatidines. Ann Biol Clin (Paris);49: 69–91

13. Baxter RC.1994. Insulin-like growth factor binding proteins in the human circulation: a review. Horm Res;42:140–4.

14. Dall R, Lange KHW, Kjær M, et al.2001. No evidence of insulin-like growth factor binding protein 3 proteolysis during a maximal exercise test in elite athletes. J Clin Endocrinol Metab;86: 669–74.

15. Rosenfeld RG, Pham H, Cohen P.1994. Insulin-like growth factor binding proteins and their regulation. Acta Paediatr;83(suppl 399):61–7.

16.Cohen K, Nissley SP.1976. The serum half-life of somatomedin activity: evidence for growth hormone-dependence. Acta Endocrinol;83:243–58.

17. Koistinen H, Koistinen R, Selenius L, et al.1996. Effect of marathon run on serum IGF-I and IGF-binding protein 1 and 3 levels. J Appl Physiol;80(3):760–4

18.Dudgeon WD, Aartun JD, Thomas D, Herrin J, Scheett TP. 2011. Effects of Suspension Training on the Growth Hormone Axis, Journal of Strength & Conditioning Research , 25

19.Bouix O, Brun JF, Fe´dou C, et al. 1997. Exploration de Function adolescents de classe sportive: Funct suivi me´dical pour la croissance et la puberte Sci Sport;12:51–65.

20.Filaire E, Jouanel P, Colombier M, et al.2003. Effects of 16 weeks of training prior to a major competition on hormonal and biochemical parameters in young elite gymnasts. J Pediatr Endocrinol Metab;16(5):741–50.
21.Kelley PJ, Eisman JA, Stuart MC, et al. 1990. Somatomedin-c, physical fitness, and bone density. J Clin Endocrinol Metab;70:718–23.
22.Koziris LP, Hickson RC, Groseth RT, et al.1999. Serum levels of total and free IGF-I and IGFBP-3 are increased and maintained in long-term training. J Appl Physiol;86:1436–42.
23.Poehlman ET, Copeland KC.1990. Influence of physical activity on insulin-like growth factor-I in healthy younger and older men. J Clin Endocrinol Metab;71:1468–73.
24.Peyreigne C, Brun JF, Monnier JF, et al.1997. Growth hormone somatomedins and muscular activity. Sci Sport;12:4–18.
25.Rosendal L, Lanberg 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(5):1669–75.
26.Aissa Benhaddad A, Bouix D, Khaled S, et al. 1999. Early hemorheologic aspects of overtraining in elite athletes. Clin Hemorheol Microcirc;20:117–25.
27. Bang P, Brandt J, Degerblad M, Enberg G, Kaijser L, Thoren M, Hall K. 1990. Exercise-induced changes in insulin-like growth factors and their low molecular weight binding protein in healthy subjects and patientswith growth hormone deficiency. Eur J Clin Invest; 20: 285–292
28.Cappon J, Brasel JA, Mohan S, Cooper DM. 1994. Effect of brief exercise on circulating insulin-like growth factor I. J Appl Physiol;76: 2490–2496
29.Hornum M, Cooper DM, Brasel JA, Bueno A, Sietsema KE. 1997. Exercise-induced changes in circulating growth factors with cyclic variation inplasma estradiol in women. J Appl Physiol; 82: 1946–1951
30. Nguyen UN, Mougin F, Simon-Rigaud ML, Rouillon JD, et al. 1998. Influence of exercise duration on serum insulin-like growthfactor and its binding proteins in athletes. Eur J Appl Physiol;78: 533–537
31.Schwarz AJ, Brasel JA, Hintz RL, Mohan S, Cooper DM. 1996. Acute effect of brief low- and high-intensity exercise on circulating insulin-like growth factor (IGF) I, II, and IGF-binding protein-3 and its proteolysis in young healthy men. J Clin Endocrinol Metab; 81: 3492–3497
32. Heyward VH, Gibson AN. 2014. Advanced fitness assessment and exercise prescription. Seventh edition. Human Kinetics Publications
33.Snarr, RL. Esco, MR. and Nickerson, BS.2014. Metabolic and Cardiovascular demands OF a High-Intensity Interval Exercise Bout Utilizing a Suspension Device. J Sport Human Perf; 2(3):1-8.
34.José Luis Maté-Muñoz , Antonio J. Monroy Antón , Pablo Jodra Jiménez and Manuel V. 2014. Garnacho-Castaño. Effects of Instability versus Traditional Resistance Training on Strength, Power and Velocity in Untrained Men, Journal of Sports Science and Medicine,13(3):460-468.
35.Carvalho, A. Mourão,P. Abad,E.2014. Effects of Strength Training Combined with Specific Plyometric exercises on body composition, vertical jump height and lower limb strength development in elite male handball players: a case study. Journal of Human Kinetics volume 41(3), 125-132.
36. Beni M. 2012. Determining the Effect of Concurrent Strength-endurance Training on Aerobic Power and Body Composition in Non-athletic Male Students. Ann Biol Res; 3: 395-401

37.Bambaeichi A, Esfarjani F.1391.The Effect of 8 Weeks of Water Training on Growth Hormone and Insulin-Like Growth Factor in Children. Journal of Sport Biosciences;14: 21-36(Persian)
38.Wahl P, Zinner, Achtzehn C, Bloch S, Mester J. 2011. Effect of high- and low- intensity exercise and metabolic acidosis on levels of GH, IGF-I, IGFBP-3 and cortisol. Institute of Training Science and Sport Informatics, German Sport University Cologne ; 20(5):380-5.
39.Nishida Y, Matsubara T, Tobina T, Shindo M, Tokuyama K, Tanaka K. 2010. Effect of Low-Intensity Aerobic Exercise on Insulin-Like Growth Factor-I and Insulin-Like Growth Factor-Binding Proteins in Healthy Men. International Journal of Endocrinology.
40.Nindl BC, Headley SA, Tuckow AP, et al. 2004. IGF-I system responses during 12 weeks of resistance training in end-stage renal disease patients. Growth Horm IGF Res.; 14(3):p.245–250.
41.Ehrnborg, C. Lange, K,H,W. Dall R. Christiansen, JS. Lundberg, PA. Baxter, RC. Boroujerdi. 2003. The growth hormone insulin-like growth factor-1 axis hormones and bone markers in elite athletes in response to a maximum exercise test. J clin Endo crinal Metab; 88(2): P.394- 401.
42.Gregory SM, Spiering BA, Alemany JA, Tuckow AP, Rarick KR, Staab JS, Hatfield DL, Kraemer WJ, Maresh CM, Nindl BC. 2013. Exercise-induced insulin-like growth factor I system concentrations after training in women. Medicine and Science in Sports and Exercise, 45(3):420-428
43.Nindl BC, Philip J, Joseph A, Alemany CK, William J, Kraemer Jan, Frystyk, Andrew J. 2009. Young. Diet, body composition, and physical fitness influences on IGF-I bioactivity in women.official Journal of the Growth Hormone Research.; 19(6):491–496
44.Nemet PH, Connolly AM, Pontello-Pescatello et al. 2004. Negative energy balance plays a major role in the IGF-I response to exercise training, Journal of Applied Physiology, 96(1):276–282,
45.Nindl BC, Alemany JA, Alexander P, Tuckow Kevin R, et all. 2010. Circulating bioactive and immunoreactive IGF-I remain stable in women, despite physical fitness improvements after 8 weeks of resistance, aerobic, and combined exercise training. ournal of Applied Physiology Published,; 109(1): 112-120
46.Borst SE, De Hoyos DV, Garzarella L, et al. 2001. Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and IGF binding proteins. Med Sei Sports Exerc; 33(4):648-53.
47.Kraemer WJ, Nindl BC, Marx JO, et al.2006. Chronic resistance training in women potentiates growth hormone in vivo bioactivity: characterization of molecular mass variants. Am J Physiol Endoerinol Metab.; 291(6): 177-87
48.Nindl BC, Kraemer WJ, Marx JO. et all. 2001. Overnight responses of the circulating IGF-1 system after acute, heavy-resistance exercise. J Appl Physiol,; 90(4): 1319-1326
49.Glass DJ. 2005. Skeletal muscle hypertrophy and atrophy signaling pathways. The international journal of biochemistry & cell biology. 37(10):1974-84
50.Nemet, D. Eliakim, A. Kaven, G. Berger, I. Friedland, O. 2004. The effect of a combined intervention on body mass index and fitness in obese children and adolescents – a clinical experience. European Journal of Pediatrics August, 161(8): 449-454
51.Sparkes R, Behm DG. 2010. Training adaptations associated with an 8-week instability resistance training program with recreationally active individuals. J Strength Cond Res; 24(7): 1931–1941
52.Rajabi H, Soleymani Far E, Hasani Ranjbar Sh, Heshmat R. 1390. Monitoring of time course response in GH, Insulin, IGF-1, IGFBP-1 and IGFBP-3 after heavy resistance exercise in trained and non-trained men. Metabolism and Exercise;1(1):61-78(Persian)

53. Mejri S, Bchir F, Ben Rayana MC, Ben Hamida J,et all. 2005. Effect of training on GH and IGF-1 responses to a submaximal exercise in football players. Eur J Appl Physiol; 95(5-6):496-503.
54. Rosendal L, Langberg H, Flyvbjerg A, et all. 2002. Physical capacity influences the response of insulin–like growth factor and its binding proteins to training. J Appl Physiol,; 93(6):1669-1675.