



## Comparison of Acute Hormonal Responses between Resistance, Endurance and Endurance-Resistance Exercise in Healthy Young Men

Shoeb Rezaee<sup>1</sup>, Sedighe Kahrizi<sup>1\*</sup>, Mehdi Hedayati<sup>2</sup>

1. Dept. Physiotherapy, School of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2. Obesity Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 28 May 2010

Accepted: 14 Oct 2010

### Abstract

**Introduction:** This research was aimed at examining acute responses of hormones such as growth hormone (GH), total testosterone (TT), free testosterone (FT), free fatty acid (FFA) and cortisol to resistance (R), endurance (E) and endurance-resistance (ER) exercise.

**Methods:** The participants of this study were 10 healthy young men. R protocol included bench press, lateral pull down, leg extension and leg curl. E protocol comprised of 30 minutes pedaling by cycle ergometer at 70% maximum heart rate. In the ER protocol, the participants first went through the E protocol and after an interval of 15 minutes they performed the R protocol. In the control group they did not do any exercise. Blood samples were collected before, immediately after and 15 minutes after exercise.

**Results:** Results indicated that GH and FT were significantly increased after all 3 protocols ( $P < 0.05$ ). TT and FFA were significantly increased after R and E protocols, respectively ( $P < 0.05$ ). Comparison between groups indicated a significant difference between GH and FT. Cortisol was significantly decreased in the E and ER protocols and the control group ( $P < 0.05$ ) but it did not have a significant decrease in the R protocol.

**Conclusion:** The E and ER protocols can increase GH with lower lactate and cortisol production, while the R protocol provides better anabolic environment for development and hypertrophy of muscle fiber because of higher stress, metabolic and hormonal responses. The increase of FFA after the E protocol was probably the cause of reduction of GH and TT secretion in the ER protocol.

**Key words:** Resistance, Endurance Exercise, Growth Hormone, Cortisol, Free Testosterone, Total Testosterone

\* Corresponding author e-mail: Kahrizis@modares.ac.ir  
Available online at: www.phypha.ir/ppj

## مقایسه پاسخ حاد هورمونی متعاقب تمرین استقامتی، مقاومتی و استقامتی - مقاومتی (ترکیبی) در مردان جوان سالم

شعب رضایی<sup>۱</sup>، صدیقه کهریزی<sup>۱\*</sup>، مهدی هدایتی<sup>۲</sup>

۱. گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲. مرکز تحقیقات پیشگیری و درمان چاقی، پژوهشکده علوم غدد درون ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران

پذیرش: ۲۲ مهر ۸۹

دریافت: ۷ خرداد ۸۹

### چکیده

**مقدمه:** هدف این تحقیق بررسی و مقایسه پاسخ های حاد هورمون های رشد، تستوسترون آزاد و توتال، کورتیزول و اسید چرب آزاد در سه نوع تمرین مقاومتی، استقامتی و ترکیبی بود.

**روش ها:** این مطالعه بر روی ۱۰ مرد جوان سالم انجام شد. روند تمرین مقاومتی شامل ۴ تمرین Leg Curl, Bench press, Leg Ext, Lat Pull down و روند تمرین استقامتی به صورت ۳۰ دقیقه پدال زدن با دوچرخه ی ثابت با شدت 70% HR Max در نظر گرفته شد. در روند ترکیبی افراد ابتدا برنامه تمرین استقامتی و بعد ۱۵ دقیقه استراحت برنامه تمرین مقاومتی را انجام می دادند. در روند کنترل، افراد فعالیتی انجام نمی دادند. نمونه های خونی در زمان های قبل، بلافاصله و ۱۵ دقیقه بعد تمرین جمع آوری شد.

**یافته ها:** نتایج نشان داد که GH و FT پس از هر ۳ روند تمرینی افزایش معنی دار یافت ( $p < 0.05$ )، هورمون TT در روند مقاومتی و اسید چرب آزاد در روند استقامتی افزایش معنی دار یافت ( $p < 0.05$ ) مقایسه بین گروهی، تفاوت معنی داری را بین پاسخ GH، FT، نشان داد ( $p < 0.05$ ). کورتیزول در همه ی روندها به جز روند مقاومتی کاهش معنی دار نشان داد.

**نتیجه گیری:** روند استقامتی و ترکیبی با توجه به تولید لاکتات و کورتیزول کمتر مقدار هورمون رشد را افزایش داده است و روند مقاومتی با توجه به پاسخ هورمونی بیشتر محیط آنابولیک مناسبتری جهت توسعه و هایپرتروفی فیبر های عضلانی نسبت به دو روند دیگر فراهم می آورد. افزایش اسید چرب آزاد بعد تمرین استقامتی احتمالاً موجب کاهش ترشح GH و TT در روند ترکیبی شده است.

واژه های کلیدی: GH، TT، FT، کورتیزول، روند مقاومتی، استقامتی

### مقدمه

محرک خارجی پاسخ دهد. سیستم اندوکرین قسمتی از استراتژی کلی است تا عملکرد های فیزیولوژیک را به حد نرمال برگرداند. این مکانیسم های کنترل شده به وسیله سیستم اندوکرین می تواند در پاسخ به یک استرس تمرین مقاومتی حاد فعال شود [۲]. هورمون رشد (Growth Hormone) جذب اسید آمینه توسط بافت، سنتز پروتئین جدید و رشد استخوان های بلند را تحریک

سیستم اندوکرین عملکرد هومئوستاتیک (تعادل حیاتی) نرمال بدن را حفظ می کند و به انسان کمک می کند تا به

Kahrizis@modares.ac.ir

\* نویسنده مسئول مکاتبات:

www.phypha.ir/ppj

وبگاه مجله:

کرامر و همکارانش نشان داده اند که پیشرفت قدرت عضلانی دینامیک، هنگامی که فعالیت های کانستریک در یک برنامه تمرین مقاومتی مورد استفاده قرار می گیرد، بیشترین مقدار را خواهد داشت [۹]. فعالیت های کانستریک در یک شدت نسبی بالاتری نسبت به فعالیت های اکستریک انجام می شود، و در نتیجه فعالیت سمپاتیکی بیشتر، سطح اسیدلاکتیک خون بالاتر و بسیج موتورونیت های بیشتری نسبت به انقباضات اکستریک تولید می کند و در نتیجه پاسخ هورمونی حاد به فعالیت کانستریک نسبت به اکستریک بیشتر است [۶، ۹، ۱۹].

تمرین مقاومتی یک محرک قوی برای افزایش حاد غلظت هورمون های در گردش خون نظیر هورمون رشد، تستوسترون و کورتیزول است [۲۲]. همچنین ثابت شده است که این هورمون ها به استرس ناشی از تمرین مقاومتی حساس هستند و نقش های متفاوتی در موقعیت کاتابولیکی و آنابولیکی عضله بازی می کنند [۹، ۱۰]. هورمون های تستوسترون و هورمون رشد، دو هورمون اولیه هستند که بر تطابق های تمرین مقاومتی تاثیر می گذارند [۱۶]. مطالعات نشان داده اند که تمرین مقاومتی موجب افزایش حاد TT در مردان می شود، در حالی که در بعضی از مطالعات، کاهش یا عدم پاسخ گزارش شده است [۱۳]. تمرین استقامتی با شدت متوسط باعث افزایش Lipolysis در بافت های چربی شده که افزایش اسید های چرب آزاد در خون و گلیسرول را به دنبال دارد [۷، ۱۷]. اسید های چرب آزاد عملکرد هیپوفیز قدامی را تحت تاثیر خود قرار می دهد که می تواند ترشح هورمون رشد را متاثر کند. یک رابطه ی منفی بین تجمع اسیدهای چرب آزاد و ترشح هورمون رشد دیده شده است. بر خلاف تاثیر اسیدهای چرب آزاد روی هورمون رشد، رابطه بین اسیدهای چرب آزاد روی دیگر هورمون ها شناخته نشده است [۱۴]. بر اساس اثر مهارى اسید های چرب آزاد روی ترشح هورمون رشد، پاسخ هورمون رشد بعد از یک تمرین مقاومتی ممکن است توسط تمرین استقامتی که قبل آن انجام می گیرد کاهش یابد، چون مقدار اسیدهای چرب آزاد بعد از تمرین استقامتی در خون افزایش می یابد. تاثیر مهارى اسیدهای چرب آزاد روی تستوسترون و ترشح کورتیزول بحث بر انگیز است [۷]. بعضی مطالعات نشان دادند اسیدهای چرب آزاد ترشح تستوسترون و کورتیزول را نیز مهار می کند [۱۷].

می کند. علاوه بر اینها هورمون رشد از طریق مکانیزم های مختلف (تحریک لیپولیز، افزایش بسیج توتال اسیدهای چرب از بافت چربی، افزایش گلوکز جدید در کبد و کاهش سنتز گلیکوژن) غلظت گلوکز پلاسما را حفظ می کند. به طور خلاصه هورمون رشد ابتدا به سنتز پروتئین ارتباط دارد و علاوه بر آن می تواند غلظت گلوکز پلاسما را از طریق عملکرد مستقیم و آهسته روی متابولیسم کربوهیدرات ها و چربی ها حفظ کند [۸، ۱۳].

تستوسترون یک استروئید آنابولیک (سازنده بافت) است که سنتز پروتئین را تحریک می کند. تستوسترون به دو شکل آزاد یا (FT) Free Testosterone و توتال یا (TT) Total Testosterone در خون وجود دارد، که سطح بالاتر TT زمینه تولید FT بیشتری را ایجاد می کند [۱۶].

محققین معتقدند که افزایش مقدار هورمون رشد پس از تمرین با مقدار کورتیزول مرتبط است. هورمون کورتیزول، گلوکوکورتیکوئید اولیه ترشح شده به وسیله ی کورتکس آدرنال است. کورتیزول طی غذا نخوردن و تمرین طولانی مدت ترشح می شود و از طریق مکانیسم های مختلف (افزایش تجزیه پروتئین بافت و تشکیل اسیدهای آمینه جهت سنتز و گلوکز جدید در کبد، تحریک موبیلیزاسیون اسید چرب آزاد از بافت چربی و بلوک کردن ورود گلوکز به بافت) در حفظ غلظت گلوکز پلاسما دخالت دارد [۱۸].

تمرین با یک شکل سازمان یافته از فعالیت فیزیکی، به دو گروه مقاومتی و استقامتی تقسیم می شود. درحالی که هر دو تمرین باعث پیشرفت سلامتی می گردد، تطابقات فیزیولوژیکی مربوط به هر نوع تمرین متفاوت است. تمرین استقامتی پیشرفت عملکرد قلبی و عروقی را در بر می گیرد درحالی که تمرین مقاومتی با پیشرفت توده عضلانی ارتباط دارد [۵]. تمرین یک محرک فیزیولوژیک قوی روی کنترل ترشح هورمون ها می باشد. هم تمرین مقاومتی و هم تمرین استقامتی می تواند اثر معنی داری روی سیستم اندوکراین داشته باشد که این اثر بستگی به متغیرهای تمرین مانند نوع تمرین، شدت، حجم و مدت تمرین و استراحت بین ست ها دارد [۲۲]. تمرین مقاومتی نرمال به صورت دینامیک و شامل انقباضات کانستریک و اکستریک می باشد که در برابر یک بار ثابت خارجی انجام می شود [۱۲].

و یک روز به عنوان دوره کنترل در محیط آزمایش حاضر می شدند.

معیار ورود به طرح شامل داشتن سن ۲۲-۳۰ سال و داشتن حداقل دو سال سابقه انجام تمرینات قدرتی بصورت غیر حرفه ای بود. معیارهای خروج از طرح شامل شرکت در مسابقه بدن سازی یا وزنه برداری در یک سال گذشته، استفاده از کمک های ارگونومیک (مثل کربوهیدرات ها) در یک ماه گذشته، عادت به استعمال سیگار، مصرف داروهای آنابولیک و داروهای سمپاتو آدرنال، داشتن سابقه بیماری متابولیک، کلیوی، کبدی، بیماری غده هیپوفیز و بیماری قلبی عروقی بود. افراد داوطلب در صورت تایید سلامتی کامل آنها به وسیله پزشک متخصص و مطالعه پرونده سلامتی و کسب اطمینان از داشتن شرایط ورود به طرح از طریق پرسشنامه، داوطلبانه وارد طرح می شدند. در ضمن، تحقیق حاضر توسط کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه تربیت مدرس مورد تایید قرار گرفت.

در یک تریال مقدماتی، قبل از ورود افراد داوطلب به انجام تمرینات اصلی، اطلاعات آنتروپومتری ثبت می شد و داوطلبان نیز با ابزار و چگونگی انجام تمرین آشنا می شدند سپس میزان 10-RM برای هر فرد اندازه گیری می گردید. تعیین 10-RM هر تمرین برای افراد داوطلب، براساس حداکثر وزنه ای که داوطلب قادر است برای ۱۰ بار متوالی تمرین قدرتی مورد نظر را انجام دهد، تعیین می شد. به این منظور، افراد یک گرم کردن اولیه داشتند که شامل انجام ۲-۳ مرحله از هر تمرین با ۵-۱۰ تکرار و حدود ۶۰-۴۰٪ ماکزیموم تلاش فرد را شامل می شد. به افراد آگاهی داده می شد که ۱-۲ مرحله بعدی را با ۵ تکرار و حدود ۸۰٪ 10-RM دریافت ذهنی خود انجام دهد. علت استفاده از ۵ تکرار، جلوگیری از ایجاد خستگی افراد جهت تعیین 10-RM بود. بلافاصله پس از این مرحله افراد جهت تعیین 10-RM آماده می شدند که اگر 10-RM کسب نمی شد، در صورتی که فرد احساس خستگی نداشت در همان جلسه و در حالتی که فرد خسته بود در یک روز دیگر 10-RM داوطلب با وزنه سنگین تر بدست می آمد. قابل ذکر است که این روش از معتبرترین روش های تعیین 10-RM می باشد [۱۴،۱۷].

زمان استراحت بین همه مرحله ها ۳-۵ دقیقه بود. پس از تعیین 10-RM جهت بررسی اعتبار اندازه گیری 10-RM پس

محققین از سال ۱۹۸۶ تا به حال نشان دادند که تمرینات مقاومتی با روند های مختلف می تواند باعث افزایش در غلظت هورمون های رشد، تستوسترون و کورتیزول شود [۱۳،۹،۷].

آتیان و همکارانش (۲۰۰۳)، افزایش معنی داری در غلظت FT، GH، FT، کورتیزول متعاقب ۲۱ هفته تمرینات مقاومتی گزارش کردند [۱] این در حالی است که صدقی و همکارانش نیز در سال (۲۰۰۹) نشان دادند که انواع تمرین مقاومتی (کانستریک، اکستریک، کانستریک-اکستریک) اثر معنی داری روی هورمون رشد و تستوسترون داشته است [۲۱].

همچنین برخی محققان معتقدند که تمرین استقامتی حاد نیز یک محرک قوی جهت افزایش غلظت هورمون های آنابولیک در گردش خون می باشد (Kraemer (1993), Stokes (2002), Copeland (2001), Goto (2005) نشان دادند، که تمرین استقامتی حاد، باعث افزایش هورمون رشد و تستوسترون میشود [۲۴،۱۱،۷،۵].

در این مطالعه با توجه به بحث در مورد اثرات سودمند تمرین حاد مقاومتی و استقامتی بر روی پاسخ های هورمونی و فواید منحصر به فرد هر دو نوع تمرین می توان چنین فرض نمود که با ترکیب کردن دو نوع تمرین بتوان از اثرات سودمند هر دو بصورت همزمان بهره برد. و از آن به عنوان یک روند تقویتی برای ورزشکاران پس از آسیب استفاده کرد. بنابراین با توجه به اینکه تاکنون در مورد مقایسه اثر تمرین ترکیبی با دو نوع روند تمرینی بر پاسخ های هورمونی گزارشی یافت نشده است، این مطالعه به بررسی و مقایسه اثر سه روند تمرین مقاومتی، استقامتی و ترکیبی بر روی پاسخ های هورمونی و اسید چرب آزاد می پردازد.

## مواد و روشها

گروه آزمون شامل ۱۰ مرد جوان سالم با میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) سن  $23/9 (\pm 0/7)$  سال و قد  $175 (\pm 3/3)$  سانتیمتر و وزن  $74/4 (\pm 4/3)$  کیلو گرم و شاخص توده بدن  $25/5 (\pm 0/65)$  کیلو گرم بر متر مربع بود که پاسخ های هورمونی حاد افراد نسبت به سطح پایه (سطح هورمون در حال استراحت) و بین روندهای مختلف مقایسه شد. افراد شرکت کننده در ۴ روز به فاصله حداقل یک هفته سه نوع روند تمرینی

از سپری شدن ۱۰ دقیقه دوباره اندازه گیری می شد.

جلسه ی تمرین مقاومتی شامل ۴ نوع تمرین Leg Lat pull down ، Bench press، Leg Curl ، Extention استفاده می شد که توده های عضلانی بزرگی را به کار می گرفت. دو نوع تمرین مربوط به اندام فوقانی و دو تمرین هم مربوط به اندام تحتانی بود [۲۱،۱۴]. هنگام تمرین کردن تمام گروه های عضلانی بزرگ قبل از تمرینات گروه عضلانی کوچک و تمرینات عضلات چند مفصلی قبل از تمرینات عضلات تک مفصلی انجام می شد. به همین دلیل ترتیب انجام تمرینات در هر جلسه بدین صورت تعیین شد که از چپ به راست عبارتند از :

Bench press\_Lat pull down\_Leg Extention\_Leg Curl

تمام تکرارها با ریتم خاص و یکسان انجام می شد به طوری که هر انقباض کانستریک و اکسنتریک ظرف مدت دو ثانیه انجام می شد که با شمردن اعداد ۱۰۰۱ و ۱۰۰۲ یکنواختی ریتم تمرین کنترل می شد. تمرینات در ۴ مرحله با ده تکرار و با شدت هم 10-RM انجام می شد و فاصله استراحت بین هر مرحله هم ۹۰ ثانیه در نظر گرفته شده بود. این برنامه بر اساس کسب بهترین پاسخ هورمونی حاد در مطالعات گذشته انتخاب شده بود [۲۱،۱۴].

جلسه ی تمرین استقامتی شامل ۳۰ دقیقه پدال زدن با دوچرخه ی ثابت (ergometer Cycle) در Heart Maximal Rate ۷۰٪ از ماگزیم ضربان قلب بود، padal cadence بین ۶۰ تا ۷۰ RPM نگه داشته می شد و هر ۵ دقیقه مقدار<sup>۱</sup> Heart Rate و استقامتی افراد شرکت کننده قبل از شروع روند تمرین، تمرینات کششی (Stretching) برای گروههای عضلانی فعال در تمرینات مورد نظر به مدت ۱۰ دقیقه انجام می شد و سپس افراد روی دوچرخه ثابت به مدت ۵-۷ دقیقه با میانگین مقاومت ۶ پوند و توان حدود ۸۵ وات و RPM ۶۰ تا ۷۰ روند گرم کردن را انجام می دادند. پس از انجام تمرین گرم کردن تمرینات اصلی روی دوچرخه به مدت ۳۰ دقیقه با میانگین مقاومت ۸ پوند و RPM ۶۰ تا ۷۰ با ضربان قلب Maximal Heart Rate

## 1. Revolution Per Minute

۷۰٪ انجام شد.

از آن جایی که روند ترکیبی شامل انجام تمرینات تحملی و سپس انجام تمرین مقاومتی بود. به این جهت به منظور رعایت اصول اخلاقی و کاهش دفعات خونگیری، روند ترکیبی در ادامه تمرینات روند استقامتی و با افزودن یک دوره تمرینات مقاومتی کاملاً شبیه با روند مقاومتی، انجام شد. در تمرین ترکیبی<sup>۲</sup> (ER) افراد شرکت کننده ابتدا روی Cycle Ergometer در ۷۰٪ Maximal Heart Rate به مدت ۳۰ دقیقه تمرین می کردند و بعد از آن ۱۵ دقیقه تا شروع تمرین مقاومتی استراحت می نمودند؛ سپس در ادامه برنامه تمرین مقاومتی را انجام دادند.

افراد تحت مطالعه در ساعت ۸ صبح به صورت ناشتا وارد محیط آزمایشگاه می شدند و مدتی در محیط آزمایشگاه (جهت ایجاد تطابق با شرایط و کاهش استرس) می نشستند. سپس به صورت تصادفی یکی از روند های تمرینی یا دوره کنترل برای فرد انتخاب می شد. در ابتدا به منظور اجتناب از تکرار فرو بردن سوزن، یک آنژیوکات (Angiocath) شماره ۱۸ هپارینه شده در آغاز خون گیری، در ورید سطحی دست کار گذاشته می شد و در هر مرحله، مقدار ۳ml خون از فرد گرفته می شد.

در جلسات هر یک از روند های تمرینی یک نمونه خون، به عنوان "قبل از تمرین" از فرد گرفته می شد. و جهت دریافت نمونه خونی به عنوان "پس از تمرین" ۲ نمونه خون در زمان بلافاصله (دقیقه ۳۰) و ۱۵ دقیقه پس از تمرین (دقیقه ۴۵) از فرد گرفته میشد لزوم گرفتن دو نمونه خون پس از تمرین ناشی از ترشح ضربانی هورمون رشد بود بدین ترتیب با ترکیب شدن سرم نمونه های خونی در دقایق مذکور در واقع میانگینی از مقدار ترشح هورمون رشد به دست می آمد. این روش قبلاً توسط بسیاری از محققین انجام شده است و ضمن آنکه عامل ضربانی بودن ترشح هورمون رشد را کنترل می نماید هیچگونه اختلالی در نتایج نیز ایجاد نمی کند. لازم به ذکر است در روند ER (Endurance+Resistance) قبل، بلافاصله بعد تمرین (دقیقه ۳۰)، و ۱۵ دقیقه بعد تمرین استقامتی (دقیقه ۴۵)، و همچنین در ادامه تمرین بلافاصله بعد از تمرین مقاومتی (دقیقه ۷۵) و ۱۵ دقیقه پس از تمرین مقاومتی (دقیقه ۹۰) نمونه های

## 2. Endurance-Resistance

$P < 0.05$  پذیرفته می شد.

## یافته ها

در روند های مقاومتی، استقامتی و ترکیبی غلظت GH از قبل تمرین تا پس از تمرین، به ترتیب به میزان  $28.3\%$ ،  $20.8\%$  و  $12.0\%$  افزایش معنی دار داشت ( $P < 0.05$ ). در روند کنترل تغییر معنی دار دیده نشد. همچنین نتایج مقایسه بین گروهی اختلاف معنی داری را بین گروه کنترل با سایر روند ها نشان داد. همچنین طی تمرین مقاومتی پاسخ هورمون رشد نسبت به سایر تمرین ها دارای افزایش معنی دار بوده است، اما بین روند استقامتی و ترکیبی اختلاف معنی داری دیده نشد (شکل ۱).

مقدار TT از قبل تمرین تا بعد از تمرین در روند مقاومتی، استقامتی و ترکیبی به ترتیب به میزان  $24.7\%$ ،  $15.5\%$  و  $4\%$  افزایش یافت که تنها در روند مقاومتی این افزایش معنی دار بوده است ( $P < 0.05$ ). همچنین مقایسه بین گروهی اختلاف معنی داری بین سایر گروهها را نشان نداد (شکل ۲).

هورمون FT از قبل تمرین تا بعد از آن در روند مقاومتی، استقامتی و ترکیبی به ترتیب به میزان  $28\%$ ،  $14\%$  و  $14\%$  افزایش یافت که این افزایش معنی دار بوده است ( $P < 0.05$ ). در روند کنترل تغییر معنی دار دیده نشد. همچنین مقایسه بین گروهی اختلاف معنی داری بین روند مقاومتی نسبت به کنترل را نشان داد ( $P < 0.05$ ). اما بین سایر گروهها اختلاف معنی دار دیده نشد (شکل ۳).

در تحقیق حاضر، هورمون کورتیزول از قبل تمرین تا بعد از آن در ۳ روند کنترل، استقامتی و ترکیبی به طور معنی داری به ترتیب به مقدار  $31\%$ ،  $31\%$  و  $24\%$  کاهش یافت ( $P < 0.05$ ). ولی در تمرین مقاومتی با کمترین کاهش (حدود  $7\%$ ) نتایج قبل و بعد از تمرین معنی دار نبود (شکل ۴). نتایج بررسی بین گروهی، اختلاف معنی داری بین پاسخ کورتیزول فقط در روند مقاومتی نسبت به سایر روند ها نشان داد ولی بین ۳ گروه دیگر اختلاف معنی داری دیده نشد.

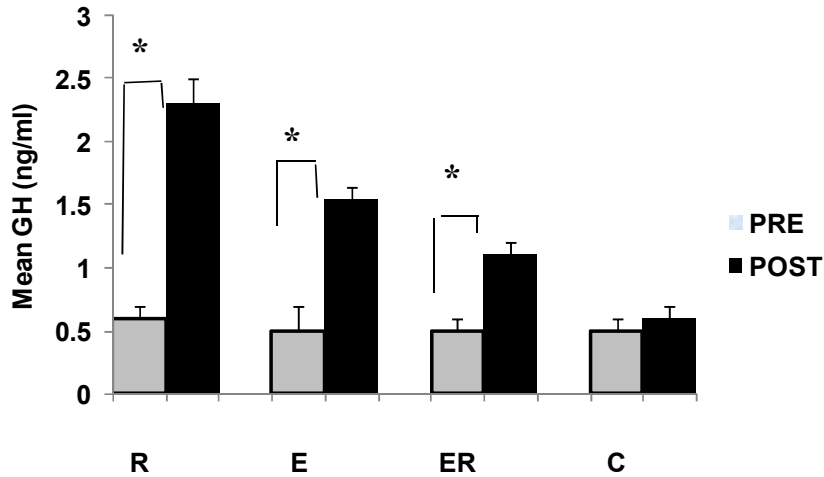
لاکتات خون طی ۳ روند تمرین مقاومتی، استقامتی و ترکیبی، از قبل تمرین تا پس از تمرین به طور معنی داری به میزان  $18.2\%$ ،  $8.8\%$  و  $11.1\%$  افزایش معنی دار یافت ( $P < 0.05$ ). در گروه کنترل تغییر معنی داری دیده نشد. نتایج بررسی بین

خونی از فرد تهیه شد. سرم نمونه های بلافاصله و ۱۵ دقیقه بعد تمرین با هم ترکیب می شدند.

در جلسه ی دوره کنترل، در شروع دوره کنترل و دقایق: ۳۰، ۴۵، ۷۵ و ۹۰ (که از لحاظ زمانی با زمان های خون گیری در تمرین های استقامتی و مقاومتی کاملا مطابقت داشت)، خون گیری انجام می شد. سرم نمونه ها خونی در دقایق ۳۰ و ۴۵ با هم ترکیب شده و به عنوان نمونه خونی کنترل "بعد از تمرین" در روند استقامتی و مقاومتی محسوب شد؛ همچنین سرم نمونه های دقایق ۷۵ و ۹۰ نیز با هم ترکیب می شدند تا به عنوان نمونه خونی کنترل "بعد از تمرین" روند ترکیبی مورد بررسی قرار گیرد.

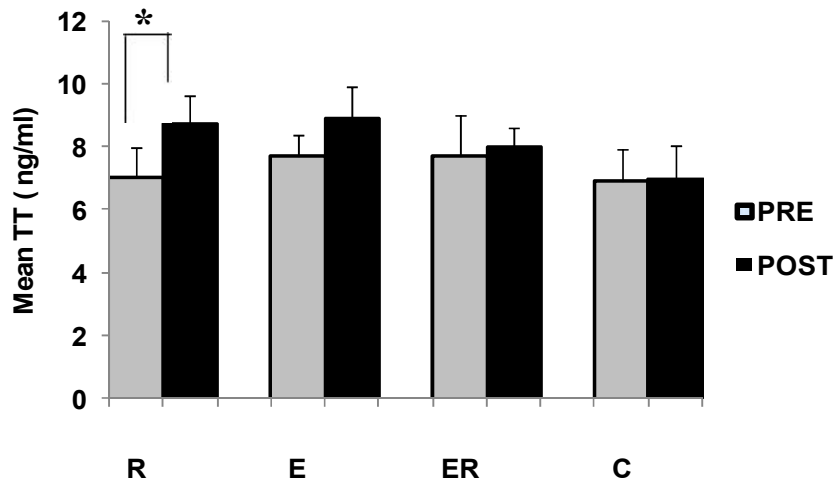
میزان هورمون Total Testosterone (TT) به روش ELISA و با استفاده از Total Testostron ELISA Kit ساخت کمپانی Diagnostics Biochem Canada Inc, Ontario Canada ارزیابی شد که  $intraassay CV$   $7.1\%$  و حساسیت آن  $0.22 ng/ml$  بود. میزان هورمون Free Testosterone (FT) به روش ELISA و با استفاده از ELISA Kit ساخت کمپانی Diagnostic Biochem Canada Inc, ontariuo, Canada که حساسیت آن  $0.17 pg/ml$  و  $intraassay CV$   $8.2\%$  بود ارزیابی شد.

میزان هورمون کورتیزول نیز به روش ELISA و با استفاده از ELISA kit ساخت کمپانی Diagnostic Biochem Canada Inc, ontariuo, Canada که  $intraassay CV$   $6.5\%$  و حساسیت آن  $0.2 ng/ml$  بود ارزیابی شد. میزان لاکتات به روش Enzymatic Colorimetric و با استفاده از Lactate Kit ساخت کمپانی (Randox, Antrim, UK) که  $intraassay CV$   $4.1\%$  و حساسیت  $0.4 mg/dl$  بود ارزیابی شد. میزان اسید چرب آزاد به روش Colormetric Method و با استفاده از extraction و با استفاده از کیت Randox, Antrim, UK که  $intraassay CV$   $2.8\%$  و حساسیت  $0.5 mmol/L$  بود ارزیابی شد. برای آنالیز داده ها از نرم افزار آماری SPSS ویرایش ۱۴ استفاده شد. ابتدا یک آزمون Paired T Test برای میانگین پاسخ تمامی متغیرها در زمان قبل و بعد از پروتکل ها انجام شد سپس میانگین تغییر پاسخ هر یک از هورمون ها برای ۳ نوع پروتکل، بوسیله Repeated Measure ANOVA مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میزان معنی داری آماری در



شکل ۱- مقایسه میانگین پاسخ حاد هورمون رشد افراد شرکت کننده در گروهها. مقادیر به صورت میانگین  $\pm$  خطای معیار میانگین می باشند. \* نشان دهنده  $p < 0.05$  در مقایسه قبل تمرین با بعد تمرین می باشد. در گروه کنترل مقایسه بین شروع و پایان دوره کنترل می باشد.

R: Resistance, E: Endurance, ER: Endurance-Resistance, C: Control



شکل ۲- مقایسه میانگین پاسخ حاد TT افراد شرکت کننده در گروهها. مقادیر به صورت میانگین  $\pm$  خطای معیار میانگین می باشند. \* نشان دهنده  $p < 0.05$  در مقایسه قبل تمرین با بعد تمرین می باشد. در گروه کنترل مقایسه بین شروع دوره کنترل و پایان دوره کنترل می باشد.

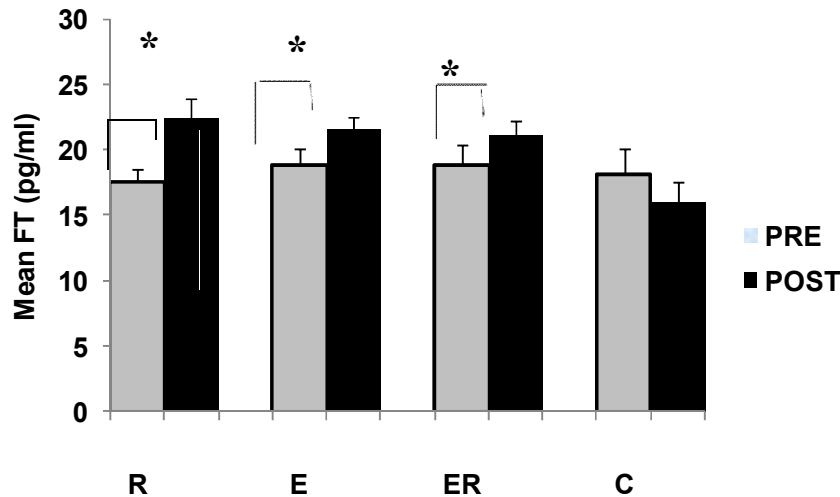
R: Resistance, E: Endurance, ER: Endurance-Resistance, C: Control

معنی داری را بین روند استقامتی با سایر روند ها را نشان داد ( $P < 0.05$ ). ولی اختلاف معنی داری بین سایر تمرینات نبود (شکل ۶).

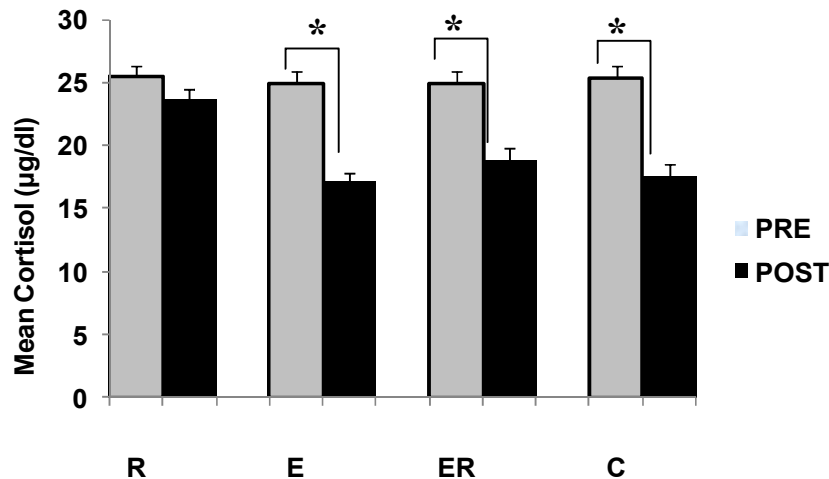
## بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که GH پس از هر ۳ روند تمرینی افزایش معنی دار یافت، همچنین نتایج بررسی بین گروهی تفاوت معنی داری را بین پاسخ GH مربوط به سه روند

گروهی، اختلاف معنی داری بین روند کنترل با سایر گروهها نشان داد همچنین اختلاف معنی داری بین تمرین مقاومتی با تمرین استقامتی و ترکیبی دیده شد ولی اختلاف معنی داری بین این دو روند دیده نشد (شکل ۵). تنها در تمرین استقامتی مقدار FFA به میزان ۸۵٪ از قبل تمرین تا پس از آن افزایش معنی دار داشت ( $P < 0.05$ ). در روند های مقاومتی و کنترل تغییر معنی دار دیده نشد. در تمرین ترکیبی مقدار FFA از قبل تمرین تا پس از تمرین به میزان ۲۸٪ افزایش یافت که این افزایش معنی دار نبوده است. همچنین نتایج مقایسه بین گروهی اختلاف



شکل ۳- مقایسه میانگین پاسخ حاد FT افراد شرکت کننده در گروهها. مقادیر به صورت میانگین  $\pm$  خطای معیار میانگین می باشند. \* نشان دهنده  $p < 0.05$  در مقایسه قبل تمرین با بعد تمرین می باشد. در گروه کنترل مقایسه بین شروع دوره کنترل و پایان دوره کنترل می باشد.  
R: Resistance, E: Endurance, ER: Endurance-Resistance, C: Control



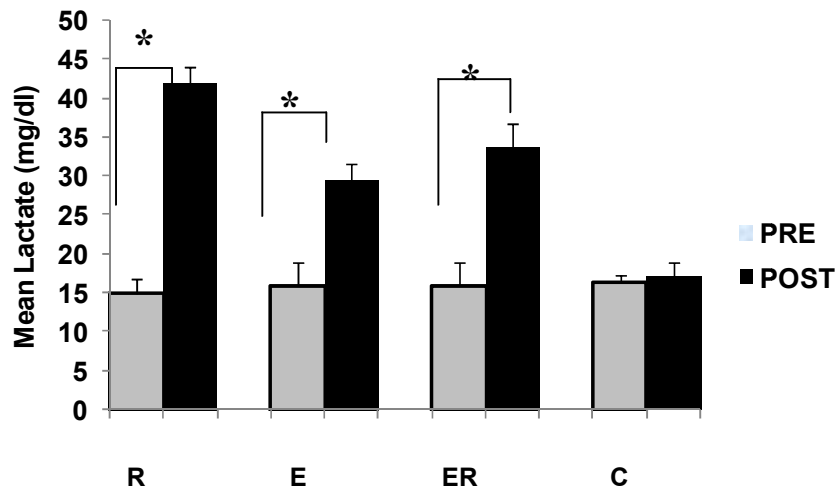
شکل ۴- مقایسه میانگین پاسخ حاد کورتیزول افراد شرکت کننده در گروهها. مقادیر به صورت میانگین  $\pm$  خطای معیار میانگین می باشند. \* نشان دهنده  $p < 0.05$  در مقایسه قبل تمرین با بعد تمرین می باشد. در گروه کنترل مقایسه بین شروع دوره کنترل و پایان دوره کنترل می باشد.  
R: Resistance, E: Endurance, ER: Endurance-Resistance, C: Control

مقاومتی این کاهش معنی دار نبود.

توسعه قدرت، استقامت و توان عضلانی در هر برنامه تمرینی برای یک ورزشکار یک جزء ضروری برنامه می باشد. از نقطه نظر ورزشی، بهبودی و یا کسب مجدد قدرت، استقامت و توان نه تنها برای بدست آوردن تناسب بدنی بلکه همچنین برای بازگرداندن ورزشکار به یک سطح فانکشنال رقابتی پس از آسیب بسیار مهم است.

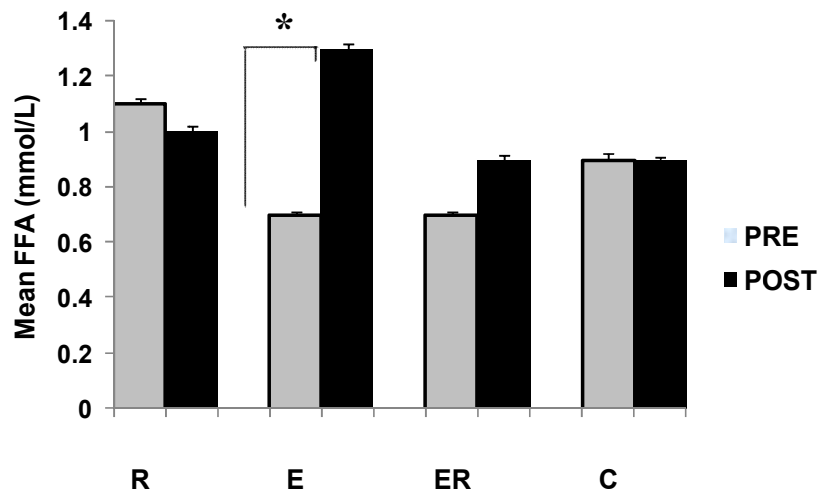
فرضیه این مطالعه، این بود که روند های مقاومتی، استقامتی و ترکیبی می تواند پاسخ های حاد GH، TT، FT و کورتیزول متفاوتی را به خاطر تفاوت های موجود بین این ۳ پروتکل، ایجاد

نشان داد بطوری که پاسخ GH پس از روند مقاومتی بطور معنی دار بزرگتر از دو روند دیگر بوده است TT تنها در روند مقاومتی افزایش معنی دار یافته است. و مقایسه بین گروهی تفاوت معنی داری نشان نداد. FT در سه روند افزایش معنی دار داشته است و مقایسه بین گروهی تفاوت معنی داری بین روند مقاومتی نسبت به کنترل نشان داد. لاکتات بعد از سه روند بطور معنی دار افزایش یافت. مقایسه بین گروهی تفاوت معنی داری بین روند مقاومتی با سایرین را نشان داد. اسید چرب آزاد تنها در روند استقامتی افزایش معنی دار داشته است. کورتیزول در روند استقامتی، ترکیبی و کنترل کاهش معنی دار داشت ولی در روند



شکل ۵- مقایسه میانگین پاسخ حاد لاکتات افراد شرکت کننده در گروهها. مقادیر به صورت میانگین  $\pm$  خطای معیار میانگین می باشند. \*نشان دهنده  $p < 0.05$  در مقایسه قبل تمرین با بعد تمرین می باشد. در گروه کنترل مقایسه بین شروع دوره کنترل و پایان دوره کنترل می باشد.

R: Resistance, E: Endurance, ER: Endurance-Resistance, C: Control



شکل ۶- مقایسه میانگین پاسخ حاد FFA افراد شرکت کننده در گروهها. مقادیر به صورت میانگین  $\pm$  خطای معیار میانگین می باشند. \*نشان دهنده  $p < 0.05$  در مقایسه قبل تمرین با بعد تمرین می باشد. در گروه کنترل مقایسه بین شروع دوره کنترل و پایان دوره کنترل می باشد.

R: Resistance, E: Endurance, ER: Endurance-Resistance, C: Control

کند.

Consitt در سال (۲۰۰۱) مطالعه ای راروی ۳۰ زن سالم انجام داد افراد شرکت کننده در یک روز تمرین استقامتی و در هفته ی بعد همان افراد تمرین مقاومتی انجام دادند. و در یک روز به عنوان گروه کنترل مورد آزمایش قرار گرفتند. تمرین تحملی شامل ۴۰ دقیقه استفاده از دوچرخه ثابت cycling در ۷۵٪ از ماگزیمم ضربان قلب بود و تمرین مقاومتی شامل ۳ مرحله و ده تکرار و ۸ نوع تمرین بود در گروه کنترل افراد هیچ نوع تمرینی را انجام نمی دادند. پاسخ هورمون رشد به طور معنی داری در تمرینات استقامتی و مقاومتی نسبت به گروه کنترل بیشتر بود که محققان علت آن را به افزایش لاکتات و فعال

هورمون رشد ابتدائاً به سنتز پروتئین ارتباط دارد و علاوه بر آن می تواند غلظت گلوکز پلاسما را از طریق مستقیم و کندش بر متابولیسم کربوهیدرات ها و چربی ها حفظ کند. از دیگر نقش های هورمون رشد می توان به افزایش سنتز کلاژن، تحریک رشد غضروف و افزایش فانکشن سیستم ایمنی اشاره کرد. بافت های هدف برای هورمون رشد خیلی متنوع هستند و گونه های هورمون رشد دارای وزن مولکولی مختلف، بافت های هدف مختلفی دارند که شامل استخوان، سلولهای ایمنی، عضله اسکلتی، سلول های چربی و بافت کبد می باشد [۱۸،۱۳].

شدن گروههای عضلانی بزرگ در تمرین مقاومتی و نیاز به اکسیژن در تمرین استقامتی نسبت دادند [۵].

Goto (2005) نشان داد که انجام تمرین استقامتی با شدت  $50\% \text{VO}_2 \text{max}$  به مدت ۶۰ دقیقه روی تردمیل باعث افزایش GH شده است، اما انجام تمرین استقامتی قبل تمرین مقاومتی پاسخ هورمون رشد را کاهش داد. آنها در بیان علت، بالا رفتن مقدار FFA بعد تمرین استقامتی را نام می برند که می تواند اثر مهاری روی ترشح هورمون رشد داشته باشد [۷].

صدقی و همکاران (۲۰۰۹) مطالعه ای را بر روی ۱۰ مرد جوان سالم که سابقه انجام تمرینات مقاومتی به صورت غیر حرفه ای را داشتند انجام داد که روند تمرین شامل ۳ تمرین مربوط به اندام های فوقانی و ۳ تمرین مربوط به اندام های تحتانی بود. افراد شرکت کننده ۳ تریال انقباضی را در سه روز جدا با فاصله حداقل یک هفته و در زمان یکسانی از روز انجام دادند. نتایج نشان داد که GH پس از هر ۳ فعالیت انقباضی افزایش یافت ولی فقط پس از تریال های کانستریک و کانستریک-اکستریک این افزایش معنی دار بود. و پاسخ GH در تریال کانستریک نسبت به سایر روند ها بیشتر بوده است که علت آن را ناشی از افزایش لاکتات بیشتر و بکارگیری واحدهای حرکتی بیشتر دانسته است. پاسخ هورمون رشد در ۳ روند تمرینی نسبت به گروه کنترل معنی دار بود. آنها در بیان علت مشاهدات خود بیان داشتند که تولید لاکتات بیشتر، فعال شدن گروههای عضلانی بزرگتر و همچنین پاسخ کورتیزول بیشتر طی تمرین مقاومتی پاسخ هورمون رشد را نسبت به سایر گروهها افزایش داده است. همچنین طی تمرین استقامتی نیاز به اکسیژن بیشتر و تولید لاکتات موجب افزایش نسبی مقدار هورمون رشد شده است [۲۱].

در تحقیق حاضر هورمون رشد طی هر ۳ روند مقاومتی، استقامتی و ترکیبی افزایش معنی دار داشت. در گروه کنترل هیچ تغییر معنی داری دیده نشد. همچنین نتایج نشان داد که پاسخ GH در روند مقاومتی بطور معنی داری بالاتر از استقامتی و ترکیبی بوده است ولی تفاوت معنی داری بین پاسخ هورمون رشد در روند ترکیبی و استقامتی دیده نشد. در این مطالعه با توجه به گزارش های محدودی در ادبیات تحقیق، ارتباط ترشح هورمون رشد با اسید چرب آزاد (FFA) نیز مورد بررسی قرار گرفت.

اسید چرب آزاد به صورت غیر محلول در آب برای انتقال در سراسر بدن به پروتئین آلبومین پلاسما اتصال می یابد. اسید چرب آزاد به عنوان یک منبع مهم سوخت برای بسیاری از بافتها مورد استفاده قرار می گیرد و ATP زیادی تولید می کند. و بیشتر سلول ها از اسید چرب یا گلوکز برای تولید انرژی استفاده می کنند. عضلات اسکلتی و عضله قلب برای تولید انرژی ترجیحاً از اسید چرب استفاده می کنند در حالی که سوخت اصلی مغز گلوکز می باشد [۳].

V. Stich همکارانش (۲۰۰۰) نشان دادند که تمرین تحملی حاد موجب افزایش لیپولیز شده است. آنها علت لیپولیزاسیون را افزایش اپینفرین و کاهش انسولین دانسته اند [۲۳]. Kazushige Goto و همکارانش (۲۰۰۵) با بررسی دو روند مقاومتی و نوع تمرین استقامتی-مقاومتی نشان دادند که مقدار FFA در تمرین ترکیبی بطور معنی دار افزایش یافته است در حالیکه پس از تمرین مقاومتی تغییر معنی دار دیده نشد آنها علت افزایش FFA پس از تمرین استقامتی را لیپولیزاسیون دانسته اند [۷].

در تحقیق حاضر تمرین استقامتی با شدت متوسط احتمالاً باعث افزایش Lipolysis در بافت های چربی شده که افزایش اسید های چرب آزاد در خون و گلیسرول را به دنبال داشته است که با مطالعه Savard R [۲۰] که اثر روند استقامتی حاد را روی متابولیسم بافت های چربی بررسی کرده، همسو است. در تمرین مقاومتی با شدت بالا سوخت اصلی برای تمرین کربوهیدرات ها می باشند لذا تغییر نکردن مقدار FFA پس از این نوع تمرین منطقی بنظر می رسد. به نظر می رسد طی تمرین ترکیبی مقدار FFA پس از انجام روند تمرین استقامتی افزایش یافته اما به دنبال انجام تمرین مقاومتی دوباره کاهش یافته است که احتمالاً به علت تغییر سوخت اصلی تمرین از چربی به سمت کربوهیدرات و استفاده از اسید چرب آزاد خون متعاقب تمرین استقامتی افزایش یافته باشد که با مطالعه Goto [۷] نیز همسو است. اگرچه مکانیزم مهاری اسید چرب آزاد بطور کامل شناخته نشده است اما بنظر می رسد که FFA روی هیپوتالاموس اثر گذاشته و مقدار سوماتواستاتین را افزایش داده و ترشح GH را مهار می کند [۷] که این مساله نیاز به بررسی های بیشتر دارد.

نتایج این مطالعه با گزارش Casanueva et al [۴] نیز نشان داد که افزایش FFA نقش مهمی در کاهش ترشح GH

مطالعات نشان داده است که تمرین مقاومتی حاد باعث افزایش مقدار کورتیزول و ACTH در مردها و زن ها بصورت یکسان شده است. همچنین مطالعات نشان داده است که پاسخ کورتیزول در ورزشکارانی که تمرین استقامتی انجام می دهند نسبت به ورزشکارانی که تمرین مقاومتی انجام می دهند کمتر است. پاسخ کورتیزول به تمرین به شدت، مدت، حجم تمرین و دوره های استراحت بستگی دارد. هر چقدر شدت، مدت و حجم تمرین بالا و دوره های استراحت کوتاه باشد پاسخ کورتیزول به تمرین بیشتر است [۱۸].

کرامر (۱۹۹۸) نشان دادند که ۸ ست Leg Press با شدت ۱۰ RM و استراحت بین ستی ۱ دقیقه باعث پاسخ بیشتر کورتیزول نسبت به روندی که استراحت بین مرحله ی آن ۳ دقیقه بوده، شده است که علت این افزایش به خاطر استرس فیزیکی بیشتر و همچنین مکانیسم های تنظیم کننده عصبی مربوط به مراکز مغزی بالاتر و ارتباط بین کورتکس حرکتی و محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال می باشد [۱۴].

صدقی و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که پاسخ کورتیزول طی ۳ تریال CON، ECC و CON-ECC بطور معنی داری کاهش یافت که این کاهش در سطح کورتیزول به خاطر Diurnal variation بود. همچنین این کاهش در تریال CON نسبت به ECC کمتر بوده است که علت آن را ماهیت فعالیت انقباضی CON دانسته چون باعث فراخوانی واحد های حرکتی و فعالیت سمپاتیکی بیشتر و تولید لاکتات بیشتر می شود [۲۱].

در تحقیق حاضر، کورتیزول طی ۲ روند استقامتی، ترکیبی و گروه کنترل از قبل تمرین تا پس از تمرین، بطور معنی داری کاهش یافت. به نظر می رسد که این کاهش در سطح کورتیزول در این مطالعه ناشی از Diurnal variation باشد، چنانچه فاصله زمانی زیادی بین نمونه های خونی قبل تمرین و بعد از آن وجود داشت و از آنجایی که کورتیزول در ابتدای صبح، بالاترین سطح را دارا می باشد و با گذشت زمان کاهش می یابد، این روند کاهش در این مطالعه منطقی به نظر می رسد [۲۱، ۱۸].

همچنین نتایج نشان داد که کورتیزول طی روند مقاومتی کاهش معنی دار نداشته که می توان دلیل آن را به تولید لاکتات بیشتر، همچنین استرس های فیزیکی و احتمالاً آسیب بافتی بیشتر نسبت داد که نهایتاً موجب تحریک بیشتر محور

داشته، سازگار است. بعلاوه [۱۵] Maccario et al نشان داد که افزایش حاد FFA ترشح GHRH را مهار می کند. اگر چه در این مطالعه اسید چرب کاملاً هورمون رشد را مهار نکرده است بلکه ترشح آن را کاهش داده است. در نتیجه می توان بیان کرد که تمرین استقامتی و ترکیبی ضمن ایجاد پاسخ هورمون رشد سوخت و ساز چربی را هم در بر داشته است.

از آنجایی که اثر طول مدت تمرین نسبت به work load تاثیر کمتری روی پاسخ های حاد هورمونی دارد، در این مطالعه سعی شد تمرین ترکیبی (که شامل تمرینات مقاومتی و تحملی بود) work load تمرین مقاومتی و تحملی دقیقاً مشابه با میزان لود این تمرین ها در هر یک از گروهها به تنهایی باشد. در واقع این مطالعه با یکسان قرار دادن work load در هر سه روند در نظر داشت تا از متفاوت بودن لود تمرین به عنوان یک عامل مخدوشگر جلوگیری نماید اما همین مساله منجر به افزایش مدت زمان تمرین ترکیبی نسبت به دو تمرین دیگر شده است که در این مطالعه اجتناب ناپذیر بوده است. بنابراین با توجه به نتایج مطالعه حاضر اعتقاد بر این است که در عین حال که عامل طول مدت تمرین به عنوان یک عامل تاثیر گذار می تواند روی مقدار ترشح FFA و متعاقباً تاثیرش روی دیگر هورمون ها موثر باشد اما تاثیری در روند و الگوی مهاری FFA روی ترشح سایر هورمونها ندارد.

در این مطالعه مقدار FT و TT بعد پروتکل مقاومتی افزایش معنی دار داشته است که با مطالعه [۸] Hakkinen، [۱۰] Kreamer و [۱] Ahtianen همسو بوده است. در ضمن بیشترین پاسخ TT و FT روند مقاومتی بوده است که علت آن را می توان ناشی از شدت و حجم بالای تمرین، کم بودن زمان استراحت بین مراحل تمرین، فعال شدن گروههای عضلانی بزرگتر و تولید لاکتات بیشتر دانست. مقدار TT و FT بعد تمرین استقامتی افزایش داشته که تنها در مورد FT این افزایش معنی دار بود. این یافته را می توان با افزایش فعالیت آدنرژیک و سمپاتیکی مرتبط دانست. این در حالی است که طی روند ترکیبی تنها FT افزایش معنی دار داشته است و پاسخ FT و TT در روند ترکیبی نسبت به مقاومتی کمتر بود که بنظر می رسد افزایش اسید های چرب آزاد بعد تمرین استقامتی ترشح تستوسترون را مهار کرده است، که این مساله نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

در مجموع با توجه به نتایج این مطالعه میتوان بیان نمود که پروتکل مقاومتی با توجه به استرس متابولیکی بزرگتر و پاسخ هورمونی بیشتر محیط آنابولیک مناسبتری جهت توسعه و هایپرتروفی فیبرهای عضلانی نسبت به دو روند دیگر فراهم می آورد این مساله از جنبه ارائه روشهای موثر و بدون عارضه روی قدرت از طریق تمرینات خصوصا در جوانان حائز اهمیت است. همچنین تمرین استقامتی به علت ترشح اسید چرب آزاد احتمالا روی کاهش یا مهار ترشح GH و TT موثر است که این مساله نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

### سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه تربیت مدرس و با همکاری مرکز تحقیقات غدد و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران میسر گردید. نویسندگان این مقاله، مراتب قدردانی خود را از مراکز مذکور و همچنین کارشناسان آزمایشگاه مرکز تحقیقات غدد و متابولیسم، اعلام می دارند.

هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال می شود. در روند ترکیبی به علت طولانی بودن مدت زمان تمرین که جزء محدودیت های پژوهش بود کورتیزول کاهش معنی دار داشته است.

در تحقیق حاضر، غلظت لاکتات در هر ۳ تمرین مقاومتی، استقامتی و ترکیبی افزایش معنی داریافت که این افزایش در روند مقاومتی بیشتر بوده است که با مطالعه [۵] Consitt همسو بوده است.

علت آن، بالا بودن شدت تمرین مقاومتی و همچنین مکانیسم تولید ATP از طریق مکانیسم بی هوازی است. تولید لاکتات در تمرین استقامتی نسبت به دو روند دیگر کمتر بود که بخاطر مکانیسم تولید انرژی از طریق هوازی است.

در بیان علت کمتر بودن پاسخ لاکتات در تمرین ترکیبی نسبت به مقاومتی می توان آن را به کاهش بیشتر کورتیزول در تمرین ترکیبی نسبت به مقاومتی دانست چون ارتباط مستقیمی بین کورتیزول و پاسخ لاکتات وجود دارد و به خاطر Diurnal Variation کورتیزول و کاهش معنی دار کورتیزول طی تمرین ترکیبی منطقی بنظر میرسد که پاسخ لاکتات در روند ترکیبی نسبت به مقاومتی کمتر باشد [۲۱].

## References

- [1] Ahtiainen J.P, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Hakinen K Muscle hypertrophy, hormonal adjustments and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *Eur J Appl Physiol* 89(2003) 555-563.
- [2] Baechle T.R and R.W.Earle. *Essential of Strength Training and Conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000, p.97-105.
- [3] Burghardt RC, Bowen JA, Bazer FW. *Chapter 8: Endocrine control of trophoblast-uterine interactions and the peri-implantation process*. In: Bazer, F.W. (Ed.). Contemporary Endocrinology Series: *Endocrinology of Pregnancy*. Humana Press Inc. Totowa, NJ. 1998, P.151-81.
- [4] Casanueva FF, Villanueva L, Dieguez C, Diaz Y, Cabranes JA, Sozoke B, Scanlon MF, Schally AV, Fernandez Cruze. Free fatty acids block growth hormone (GH) releasing hormone – stimulated GH secretion in man directly at the pituitary. *J Clin Endocrinol Metab* 65(1987) 634-642.
- [5] Consitt L., Copeland J., Tremblay M., Hormone responses to resistance vs endurance exercise in premenopausal females. *Can J Appl Physiol* 26(2001) 574-587.
- [6] Durand R.J, Castracane V.D, Hollander DB, Tryniecki JL, Bamman MM, Oneal S, Herbert EP, Kraemer RR. Hormonal responses from concentric and eccentric muscle actions. *Med Sci Sports Exerc* 35(2003) 937-943.
- [7] Goto K., Higashiyama M., Ishii N., Takamatsu K. Prior endurance exercise attenuates growth hormone response to subsequent resistance exercise. *Eur J Appl Physiol* 94(2005) 333-338.
- [8] Hakinen K, Pakarinen A, Newton RU. Acute Hormone Responses to Resistance Lower and Upper Extremity Exercise in Young Versus Old Men. *Eur J Appl Physiol* 77(1998) 9312-319.
- [9] Kraemer W.J, Dudley GA, Tesch PA., Gordon SE., Hather BM., Volek JB., et al. The influence of muscle

- action on the acute growth hormone response to resistance exercise and short term detraining. *Growth horm IGF RESEARCH* 11(2001) 75-83.
- [10] Kreamer WJ, Hakkinen K, Newton R, McCormick M, etal. Acute Hormonal Responses to Heavy Resistance Exercise in Younger and Older Men. *Eur J Appl Physiol* 77(1998) 206-211.
- [11] Kraemer WJ, Fleck SJ, Dziados JE, Harman EA, Marchitelli LJ, Gordon SE, Mello R, Frykman PN, Koziris LP, Triplett NT. Changes in hormonal concentrations after different Heavy-Resistance exercise protocols in women. *J Appl Physiol* 75(1993) 594-604.
- [12] Kraemer R.R, Hollander D.B, Reeves G.V, Francois M, Ramadan Z.G, Meeker B, Tryniecki j.l, Herbert E.P, Castracane V.D. Similar hormonal responses to concentric and eccentric muscle actions using relative loading. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 96(2006) 551-557.
- [13] Kraemer W.J, Ratamess NA. Hormonal Responses and adaptation to resistance exercise training. *Sports Med* 35(2005) 339-361.
- [14] Kraemer WJ, Staton RS. The Effects of short-term Resistance Training on Endocrine Function in Men and Women. *Eur J Appl Physiol* 78(1998) 69-76.
- [15] Maccario M, Procopiom M, Loche S, Cappa M, Martina V, Camanni F, Ghigo E. Interavtion of free fatty asids and arginine on groth hormone section in man. *J Metabolism*. 43(1994) 223-226.
- [16] McArdle W.D, Katch F.T, Katch V.L. *Exercise Physiology Energy, Nutrition, and Human Performance*, 5th Edition. Philadelphia, Lippincott Williams and & Wilkins, 2001, p. 408-458.
- [17] Meikle AW, Benson SJ, Liu XH, Boam WD, Stringham JD. Nonesterified fatty acids modulate steroidogenesis in mouse Leydig cells. *Am J Physiol* 257(1989) 937-942.
- [18] Powers S, and Howley E.T. *Exercise Physiology*, Fifth Ed. Champaign, IL: McG raw Hill, 2004, p. 71-104.
- [19] Proske U, Morgan D.L. Muscle damage from eccentric exercise: Mechanism, Mechanical Signs, Adaptation and Clinical Applications. *Journal of physiology* 537(2001) 333-345.
- [20] Savard R, Despres JP, Marcotte M, Theriault G, Tremblay A, Buchard C. Acute effect of endurance exercise on human adipose tissue metabolism. *J Metabolism* 36(1987) 480-5.
- [21] Sedghi B., Kahrizi S., Zakeri H.R., Omidfar K., Rahmani M., Evaluation of hormonal responses to concentric, eccentric and concentric-eccentric muscle actions in healthy young men. *physiology and pharmacology* 13(2009) 216-228.
- [22] Smilios I, Pilianidis T, Karamouzis M, SP Tokmakidis. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. *Med Sci Sports Exerc* 35(2003) 644-654.
- [23] Stich V., I de Glisezinski, M Berlan, J Bulow, J Galitzky, I Harant, H Suljkovicova, M Lafontan, D Rivière, F Crampes. Adipose tissue lipolysis is increased during a repeated bout of aerobic exercise. *J Appl Physiol* 88 (2000) 1277-1283.
- [24] Stokes KA, Nevill ME, Hall GM, Lakomy HK. Growth hormone responses to repeated maximal Cycle ergometer exercise at different pedaling rates. *J Appl Physiol* 92(2002) 602-608.