

## اثرات مصرف کافئین قبل از فعالیت مقاومتی بر میزان هورمون‌های رشد و تستوسترون خون ورزشکاران مرد

محمد رحمان رحیمی\* (Ph.D)، مریم خدامرادی (M.Sc)، فاطمه فلاح (M.Sc)

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۲/۸

mohammad.rrahimi@yahoo.com

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۸۷-۳۳۶۲۴۰۰۵

### چکیده

هدف: کافئین دارای اثرات بهبوددهنده عملکرد ورزشی است، اما اثرات آن بر غلظت هورمون‌های آنابولیکی مشخص نیست. بنابراین، در این پژوهش تاثیر مصرف کوتاه مدت کافئین بر هورمون‌های آنابولیکی رشد و تستوسترون متعاقب فعالیت مقاومتی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: برای این منظور ۳۰ مرد تمرین کرده‌ی مقاومتی (با میانگین سن  $21/72 \pm 4/06$  سال، قد  $179/31 \pm 5/08$  سانتی‌متر، وزن  $77/31 \pm 14/70$  کیلوگرم) به صورت داوطلبانه انتخاب شدند و در یک طرح تصادفی دوسوکور، کنترل شده با دارونما و متقاطع اقدام به مصرف مکمل کافئین (۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) و دارونما (مالتودکسترین، ۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) یک ساعت قبل از فعالیت مقاومتی کرده و نمونه‌های خون قبل، بعد و ۱۵ دقیقه بعد از انجام فعالیت مقاومتی گرفته شدند.

یافته‌ها: نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در ارتباط با غلظت هورمون رشد حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بلافاصله و ۱۵ دقیقه بعد از فعالیت مقاومتی بین شرایط کافئین و دارونما بود ( $P < 0/05$ )، اما در ارتباط با غلظت هورمون تستوسترون تفاوت معنی‌داری بین شرایط مصرف کافئین و دارونما وجود نداشت ( $P > 0/05$ ).

نتیجه‌گیری: به طور کلی، پژوهش حاضر نشان داد که کافئین (۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) سبب افزایش معنی‌دار غلظت هورمون رشد پس از فعالیت مقاومتی (شدت ۸۵٪ یک تکرار بیشینه) در ورزشکاران گردید، اما تاثیری بر غلظت هورمون تستوسترون نداشت.

واژه‌های کلیدی: کافئین، هورمون رشد، هورمون تستوسترون، فعالیت مقاومتی، ورزشکاران

### مقدمه

مرکزی [۱۰،۹]، انتقال عصبی عضلانی و فرایند انقباض‌پذیری عضله بر بدن تاثیر می‌گذارد [۱۲،۱۱]. کافئین به سرعت از طریق دستگاه گوارش جذب گردش خون می‌شود [۱۴،۱۳] و از طریق غشاهای سلولی به داخل بافت‌ها انتشار می‌یابد [۱۶،۱۵]. سطح بالای کافئین در جریان خون ۱۵ تا ۴۵ دقیقه بعد از مصرف اوج غلظت آن یک ساعت بعد از مصرف مشاهده می‌شود [۱۷،۴].

فعالیت‌های ورزشی سبب تغییر در غلظت هورمون‌ها می‌گردند و این تغییرات اثرات خود را بر توده‌ی عضلانی بر جای می‌گذارد [۳]. تمرینات مقاومتی محرک اصلی جهت افزایش غلظت هورمون‌ها می‌باشد [۱۹،۱۸]، و سبب تحریک پاسخ‌های حاد فیزیولوژیکی و سازگاری‌های مزمن می‌گردد [۳] که شامل تغییرات در پاسخ‌های هورمونی است که نقش مهمی در روند بازسازی پروتئین‌های میوفیبریلی دارند و شدیداً درگیر سنتز و

سالیان زیادی است که ورزشکاران برای بهبود عملکرد ورزشی از ترکیبات و مواد گوناگون به عنوان کمک نیروافزا (Ergogenic) استفاده می‌کنند [۱]. در سال‌های اخیر کافئین به عنوان یکی از نیروافزاها توجه بسیاری از ورزشکاران را به خود جلب کرده است [۲]. کافئین (تری متیل گزانتین) به‌عنوان یک آلکالوئید طبقه‌بندی می‌گردد که فرمول شیمیایی آن  $C_8H_{10}N_4O_2$  می‌باشد [۳]. کافئین به طور طبیعی از مواد غذایی مانند برگ چای، کاکائو، دانه‌های قهوه و شکلات به دست می‌آید [۴] و از طریق کبد جذب و به سه متابولیت، پاراگزانتین، تئوفیلین و تئوبرومین متابولیزه می‌گردد [۶،۵]. متابولیت‌های کافئین موجب گشاد شدن عروق خونی و افزایش حجم اوره (تئوبرومین)، شل شدن عضلات صاف (تئوفیلین) و تحریک تجزیه چربی (پاراگزانتین) می‌شوند [۸،۷]. کافئین از طریق سیستم عصبی

ازای هر کیلوگرم وزن بدن) قبل از فعالیت مقاومتی در مردان می‌باشد [۴۰]. اخیراً، در ارتباط با تاثیر کافئین بر سیگنال آنابولیک نشان داده شده که کافئین در دوزهای فیزیولوژیک منجر به اختلال در AMPK یا سیگنال آنابولیک (mTOR) ناشی از اضافه بار در عضلات موش نمی‌شود و همچنین کافئین قادر به فسفوریلاسیون پروتئین S6 بلافاصله پس از انقباض عضلانی می‌باشد [۴۱]. با توجه این‌که اطلاعات محدود و متناقضی در زمینه اثر کافئین بر پاسخ هورمون‌های رشد و تستوسترون پس از فعالیت مقاومتی وجود دارد؛ بنابراین، در یک طرح تصادفی، دوسوکور، کنترل شده با دارو و متقاطع، اثر مصرف ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن یک ساعت قبل از فعالیت مقاومتی (با شدت یک تکرار بیشینه ۸۵٪ RM) بر تغییرات غلظت هورمون‌های رشد و تستوسترون در طی فعالیت مقاومتی در ورزشکاران مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها، آزمودنی‌ها شامل افراد تمرین‌کرده‌ی مقاومتی (با میانگین سن  $21/72 \pm 4/06$  سال، قد  $179/31 \pm 5/08$  سانتی‌متر، وزن  $77/31 \pm 14/70$  کیلوگرم) سطح شهر سنندج بودند که به صورت تصادفی ۳۰ نفر انتخاب و در پژوهش شرکت کردند که در مراحل بعدی پژوهش یک نفر از آزمودنی‌ها انصراف داد، بنابراین نمونه آماری شامل ۲۹ ورزشکار مقاومتی بود. در ابتدا، از ورزشکاران دعوت شد تا در جلسه هماهنگی با حضور محقق شرکت کنند. سپس شرح کامل اهداف و روش‌های اندازه‌گیری، تکمیل فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش و پرسش‌نامه‌های سلامتی در اختیار ورزشکاران قرار گرفت. ورزشکارانی واجد شرایط در طرح بودند که در ۳ ماه گذشته هیچ دارو یا مکمل ضد التهابی و یا مکمل‌های بهبوددهنده عملکرد را مصرف نکرده بودند. همچنین، به آزمودنی‌ها توصیه شده بود که از مصرف مواد کافئینی ۲۴ ساعت قبل از انجام فعالیت مقاومتی خودداری کنند.

طرح تمرین، روش پژوهش به صورت نیمه تجربی است که در این پژوهش تاثیر مصرف حاد مکمل کافئین به صورت طرح تصادفی، دوسوکور، کنترل شده با دارو و متقاطع بر غلظت سرمی هورمون رشد و تستوسترون در قبل، بلافاصله و ۱۵ دقیقه بعد از فعالیت مقاومتی مورد بررسی قرار گرفت. پروتکل پژوهش در کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی دانشگاه کردستان با کد IR.UOK.REC.1397.030 در تاریخ ۱۳۹۷/۱۰/۲۹ مورد تأیید قرار گرفته است. همچنین، در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران با کد شماره IRCT20170405033231N2 در تاریخ ۱۳۹۸/۰۱/۳۱ ثبت

تجزیه پروتئین هستند [۲۰]. بسیاری از هورمون‌هایی که نقش آنابولیکی دارند شامل تستوسترون، هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولین-۱ می‌باشند که سنتز پروتئین را تحریک می‌کنند [۲۲،۲۱] و میزان رشد سلولی به فعالیت این هورمون‌ها بستگی دارد [۲۳]. هورمون رشد یا سوماتوتروپین، هورمونی پپتیدی است که به صورت اشکال مختلف از هیپوفیز پیشین با الگوی ضربانی ترشح می‌گردد و سبب تحریک رشد، تکثیر و ترمیم سلول‌ها می‌شود و به این خاطر در رشد انسان حائز اهمیت می‌باشد [۲۵،۲۴]. میزان آزادسازی این هورمون به وسیله‌ی دو پپتید هیپوتالاموسی با نام‌های هورمون آزادکننده‌ی هورمون رشد (GHRH) (Growth hormone realizing hormone) که سبب افزایش سنتز و آزادسازی هورمون رشد می‌شود و سوماتواستاتین (Somatostatin) که سبب کاهش میزان ترشح هورمون رشد می‌شود، کنترل می‌گردد [۲۷،۲۶]. تحقیقات متعددی در ارتباط با تاثیر این هورمون بر افزایش قدرت بیشینه و افزایش اندازه‌ی عضلات صورت گرفته است که در بیش‌تر آن‌ها رابطه‌ی مستقیمی بین میزان غلظت این هورمون و افزایش قدرت و اندازه‌ی عضلات مشاهده شده است [۲۹،۲۸].

از سوی دیگر، تستوسترون هورمون اصلی مردانه و یک استروئید آنابولیک می‌باشد که از سلول‌های لیدی‌گ ترشح می‌گردد [۳۰]. این هورمون در کبد پس از چند مرحله به متابولیت‌های غیر فعال تبدیل می‌گردد. میزان آزادسازی تستوسترون به وسیله‌ی محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - گناد (HPGA) کنترل می‌گردد [۳۱]. این هورمون در توسعه‌ی صفات ثانویه‌ی جنسی مانند افزایش توده‌ی عضلانی و توده‌ی استخوان نقش به‌سزایی دارد [۳۰]. تمرین مقاومتی سبب ایجاد پاسخ حاد هورمونی می‌شود که شامل افزایش هورمون‌های آنابولیک مانند هورمون رشد [۳۳،۳۲] و تستوسترون [۳۵،۳۴] حین و پس از فعالیت مقاومتی می‌باشد که در رشد و شکل‌گیری مجدد بافت بسیار مهم هستند [۳۶]. هورمون‌های رشد و تستوسترون روی هایپرتروفی عضله تاثیرگذار هستند، بنابراین، کسب قدرت در اثر انجام تمرینات مقاومتی ممکن است مربوط به تغییرات فاکتورهای هایپرتروفی عضله باشد [۳۷].

در ارتباط با اثر کافئین بر غلظت هورمون رشد و تستوسترون مطالعات اندکی صورت گرفته است و نتایج آن‌ها نیز حاکی از کاهش ترشح هورمون رشد پس از مصرف کافئین (۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) در افراد تمرین کرده [۳۸]، افزایش ترشح هورمون تستوسترون پس از مصرف (۸۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) در ورزشکاران راگی ۱۵ دقیقه بعد از تمرین مقاومتی [۳۹] و کاهش ترشح تستوسترون با مصرف نوشیدنی انرژی‌زای حاوی کافئین (۱۱۰ میلی‌گرم به

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

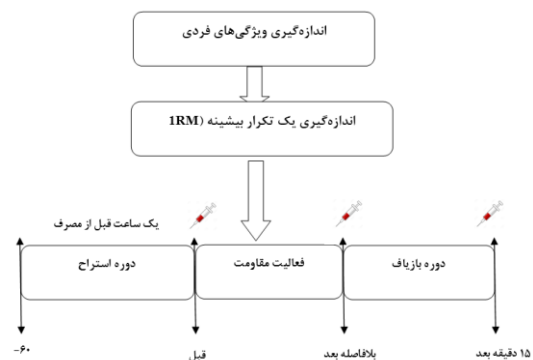
ویژگی	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
سن	۲۹	۲۱/۷۲	۴/۰۶۱
قد	۲۹	۱۷۹/۳۱	۵/۰۸۵
وزن	۲۹	۷۷/۳۱	۱۴/۷۰
توده بدون چربی	۲۹	۶۲/۷۱	۸/۸۶
توده‌ی چربی بدن	۲۹	۱۱/۴۶	۶/۶۰
درصد چربی بدن	۲۹	۱۴/۰۴	۵/۱۰
شاخص توده‌ی بدنی	۲۹	۲۴/۱۱	۴/۰۸
میزان متابولیسم پایه	۲۹	۲۰۷۹/۶۴	۲۲۹/۳۰

روش‌های آماری. جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده گردید و سپس تجزیه و تحلیل آماری داده‌های نرمال توسط آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر انجام شد. در صورت وجود تفاوت معنی‌دار بین گروهی از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (Oneway ANOVA) و جهت بررسی تفاوت درون‌گروهی از آزمون  $t$  هم‌بسته با تصحیح بونفرونی استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ در سطح معناداری  $\alpha=0/05$  مورد تحلیل قرار گرفتند.

## نتایج

نتایج آزمون ماخلی نشان داد که فرض کرویت در مورد هورمون رشد پذیرفته نشده است ( $P=0/026$ )، بنابراین از تصحیح گرین هاوس گایسر (Greenhouse-Geisser) استفاده شد و نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر حاکی از تفاوت معناداری در زمان اندازه‌گیری ( $P=0/001$ )،  $F=9/93$ )، تعامل زمان  $\times$  گروه ( $F=3/5$ ،  $P=0/033$ ) و گروه ( $F=4/37$ ،  $P=0/041$ ) می‌باشد. جهت بررسی تفاوت بین گروهی از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد و نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در پس‌آزمون بین دو شرایط (مصرف کافئین و دارونما)، ( $F=5/35$ ،  $P=0/024$ ) و در ۱۵ دقیقه پس از فعالیت ورزشی بین کافئین و دارونما ( $P=0/042$ )،  $F=4/34$ ) مشاهده گردید. جهت بررسی تفاوت‌های درون گروهی از آزمون  $t$  هم‌بسته با تصحیح بونفرونی استفاده شد و سطح معناداری از  $\alpha=0/05$  به  $\alpha=0/084$  تغییر یافت و نتایج این آزمون نشان داد که تفاوت‌های معناداری در شرایط مصرف کافئین بین قبل از فعالیت مقاومتی و پس از فعالیت مقاومتی ( $t=-3/57$ ،  $P=0/001$ )، قبل از فعالیت مقاومتی و ۱۵ دقیقه پس از فعالیت مقاومتی ( $t=-2/89$ ،  $P=0/007$ ) مشاهده گردید، اما

شده است. یک هفته قبل از شروع انجام آزمون از ورزشکاران آزمون ترکیب بدنی با استفاده از دستگاه آنالیز ترکیبات بدن (Body composition analysis) گرفته شد که در جدول ۱ آورده شده است. آزمودنی‌ها بعد از ۳ روز استراحت و نداشتن فعالیت بدنی در ساعت ۳ بعدظهر و با فاصله حداقل دو ساعت بعد از نهار در باشگاه بدن‌سازی حاضر شده و بعد از آماده شدن (پوشیدن لباس و کفش ورزشی) اقدام به مصرف کافئین (۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) و دارونما (۶ میلی‌گرم مالتودکسترین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) یک ساعت قبل از انجام فعالیت مقاومتی کردند. ارائه کیسول‌های کافئین و دارونما به آزمودنی‌ها به شکل دوسو کور بود که همراه با آب کافی مصرف کردند؛ بعد از یک ساعت از آزمودنی‌ها نمونه خون گرفته شد و سپس در فعالیت مقاومتی شامل ۴ حرکت پرس سینه، پرس پا، سرشانه و قایقی که هر کدام ۳ ست با ۸۵٪ یک تکرار بیشینه (one repetition maximum) (۱ RM) و حداکثر تکرار در هر ست و با استراحت ۲ دقیقه بین ست‌ها بود، شرکت کردند. بلافاصله پس از فعالیت مقاومتی و ۱۵ دقیقه بعد از آن نیز نمونه خون گرفته شد. پس از ۳ روز استراحت (دوره پاک‌سازی)، مجدداً آزمودنی‌ها فراخوانده شده و با تغییر کافئین و دارونما بار دیگر با همان شرایط قبلی به مصرف کافئین و دارونما پرداختند و یک ساعت بعد از مصرف مکمل کافئین یا دارونما دوباره با همان شرایط قبلی در فعالیت مقاومتی شرکت کردند. در شکل ۱ طرح شماتیک روش پژوهش نشان داده شده است.



شکل ۱. طرح شماتیک روش پژوهش

جمع‌آوری نمونه‌های خون. نمونه‌های خون جمع‌آوری شده جهت اندازه‌گیری غلظت سرمی هورمون رشد (کیت شرکت Monobind Inc با حساسیت  $0/104 \mu\text{IU/ml}$ ) و تستوسترون (کیت شرکت IBL با حساسیت  $0/07 \text{ ng/ml}$ ) به روش الایزا به آزمایشگاه انتقال داده شد و در دمای  $-20$  درجه سانتی‌گراد تا روز انجام سنجش نگهداری شدند.

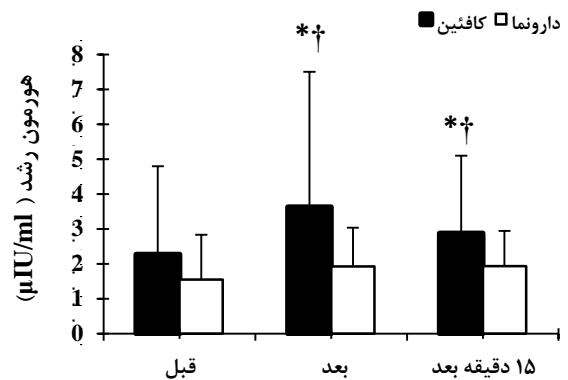
مقاومتی و ۱۵ دقیقه پس از فعالیت مقاومتی ( $P=0/020$ ،  $t=2/47$ ) مشاهده گردید (شکل ۳).

### بحث و نتیجه گیری

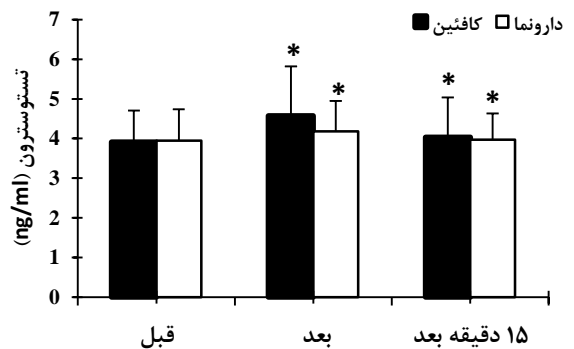
یافته‌ی اصلی تحقیق حاضر این بود که مصرف مقدار ۶ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در ورزشکاران یک ساعت قبل از فعالیت مقاومتی موجب افزایش غلظت هورمون رشد در بلافاصله پس از فعالیت مقاومتی ( $p=0/024$ ) و ۱۵ دقیقه بعد از فعالیت مقاومتی ( $p=0/042$ ) نسبت به مصرف دارونما گردید، اما مصرف کافئین تاثیری بر غلظت هورمون تستوسترون پس از فعالیت مقاومتی با شدت ۱RM نداشت. در پژوهش حاضر، مصرف ۶ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن قبل از فعالیت مقاومتی شدید منجر به افزایش معنی داری در پاسخ هورمون رشد به فعالیت مقاومتی گردید که با یافته‌های وو و لین (Wu and Lin) (۲۰۱۰) ناهمسو می‌باشد که کاهش معنی دار غلظت سرمی هورمون رشد را در اثر مصرف ۶ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن پس از ۳ ست ۱۰ تکراری فعالیت مقاومتی با شدت ۷۵٪ IRM در مردان ترمین کرده مقاومتی نشان دادند [۳۸]. ممکن است علت ناهمسو بودن یافته‌های پژوهشی حاضر با پژوهش وو و لین (۲۰۱۰) مربوط به شدت فعالیت مقاومتی باشد که در پژوهش حاضر شدت ۸۵٪ IRM استفاده گردید که نسبت به شدت ۷۵٪ بالاتر است و ممکن است مصرف کافئین در شدت‌های بالای فعالیت مقاومتی اثر منفی بر ترشح هورمون رشد نداشته باشد. پژوهش‌های قبلی نیز نشان داده‌اند که پاسخ هورمون رشد به فعالیت مقاومتی وابسته به متغیرهای فعالیت مقاومتی شامل شدت، حجم، استراحت بین ست‌ها و نوع حرکات فعالیت مقاومتی است [۳، ۴۲]. هم‌چنین، ریتمس و همکاران (Ratamess) (۲۰۰۷) گزارش کردند که مصرف نوشیدنی‌های حاوی کافئین (۱۱۰ mg) قبل از فعالیت مقاومتی سبب کاهش ترشح هورمون رشد می‌گردد [۴۰].

مهم‌ترین عامل تنظیم هورمون رشد، هورمونی است به نام IGF-1 یا سوماتومدین که از طریق مسیر سیگنالی JAK-STAT در پاسخ به ترشح هورمون رشد، توسط کبد ساخته می‌شود [۴۳]. مسیر IGF/GH-۱ نقش عمده‌ای در کنترل رشد و تمایز عضلات اسکلتی در تمامی بافت‌ها ایفا می‌کند [۴۴]. فعالیت مقاومتی به طور معناداری غلظت هورمون رشد را در طی ۱۵-۳۰ دقیقه بعد از فعالیت مقاومتی افزایش می‌دهد [۳۲] که ممکن است علت افزایش هورمون رشد مربوط به تولید اسیدلاکتیک توسط عضلات اسکلتی باشد چرا که افزایش اسیدیته‌ی خون پیام‌های عصبی را به سیستم عصبی مرکزی و هیپوتالاموس ارسال می‌کند و باعث

در شرایط مصرف دارونما تفاوت‌های معناداری بین زمان‌های اندازه‌گیری در غلظت هورمون رشد مشاهده نگردید ( $P>0/05$ ) (شکل ۲).



شکل ۲. تغییرات غلظت هورمون رشد خون در دو شرایط مصرف کافئین و دارونما در طی فعالیت مقاومتی ۲۰. تفاوت معنی‌دار بین شرایط مصرف کافئین و دارونما و \* تفاوت معنی‌دار درون‌گروهی با قبل از فعالیت مقاومتی



شکل ۳. تغییرات غلظت هورمون تستوسترون خون در دو شرایط مصرف کافئین و دارونما در طی فعالیت مقاومتی. \* تفاوت معنی‌دار درون‌گروهی با قبل از فعالیت مقاومتی

در ارتباط با هورمون تستوسترون، نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر حاکی از تفاوت معنی‌دار در زمان اندازه‌گیری ( $F=14/94$ ,  $P=0/000$ ) و تعامل زمان × گروه ( $P=0/044$ )، حاصل می‌باشد. تفاوت معنی‌داری در اثر گروه حاصل نگردید. جهت بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی از آزمون  $t$  هم‌بسته با تصحیح بونفرونی استفاده شد و سطح معناداری از  $\alpha=0/05$  به  $\alpha=0/084$  تغییر یافت و نتایج این آزمون نشان داد که تفاوت‌های معناداری در شرایط مصرف کافئین بین قبل از فعالیت مقاومتی و پس از فعالیت مقاومتی ( $P=0/001$ )،  $-3/69$ ،  $t=$  قبل از فعالیت مقاومتی و ۱۵ دقیقه پس از فعالیت مقاومتی ( $P=0/000$ )،  $t=-3/94$  مشاهده گردید و در شرایط مصرف دارونما تفاوت‌های معناداری بین قبل از فعالیت مقاومتی و پس از فعالیت مقاومتی ( $P=0/013$ )،  $t=-2/64$  و قبل از فعالیت

سبب افزایش اندکی در غلظت سرمی تستوسترون پس از فعالیت مقاومتی می‌گردد [۳۹]. هم‌چنین پولارد و همکاران (Pollard) (۱۹۸۵) نیز نشان دادند که مصرف دوزهای بالای کافئین (۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) سبب افزایش غلظت پلاسمای تستوسترون در موش‌های آزمایشگاهی می‌گردد [۵۵]. با این وجود، ریتمس و همکاران (۲۰۰۷) کاهش ترشح هورمون تستوسترون را پس از مصرف نوشیدنی حاوی کافئین قبل از فعالیت مقاومتی را نشان دادند [۴۰]. با توجه به این‌که پژوهش‌های کمی اثر مصرف کافئین را بر غلظت‌های تستوسترون قبل و بعد از فعالیت مقاومتی مورد بررسی قرار داده، بنابراین، مکانیسم دقیق اثر کافئین بر پاسخ هورمون تستوسترون نسبت به فعالیت مقاومتی به درستی مشخص نیست.

چندین مکانیسم مختلف برای افزایش تستوسترون سرمی در پاسخ به تمرینات ورزشی مختلف پیشنهاد شده است که عبارتند از افزایش گردش خون بیضه‌ای، فعال‌سازی دستگاه عصبی سمپاتیک، افزایش تغییرات در حجم پلازما، افزایش غلظت لاکتات، افزایش غلظت هورمون لوتئینی (LH)، کاهش پاک‌سازی تستوسترون از گردش خون، افزایش ترشح غدد بیضه‌ای و ترشح تستوسترون در پاسخ به اتساع عروقی [۱۸]. یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر عدم بررسی مکانیسم‌های ترشح تستوسترون در پاسخ به تمرینات مقاومتی است که پیشنهاد می‌گردد پژوهش‌های آینده این موارد را مورد بررسی قرار دهند.

در پژوهش حاضر افزایش غلظت تستوسترون سرمی پس از فعالیت مقاومتی با شدت ۸۵٪ IRM در ورزشکاران مشاهده گردید که با یافته‌های پژوهش وو و لین (۲۰۱۰) همسو می‌باشد که افزایش غلظت سرمی تستوسترون را در هر دو شرایط مصرف کافئین و دارونما بلافاصله پس از فعالیت مقاومتی با شدت ۷۵٪ IRM را مشاهده کردند [۳۸]. هم‌چنین یافته‌های پژوهش حاضر با پژوهش‌های قبلی که افزایش غلظت هورمون TS را پس از فعالیت مقاومتی نشان داده‌اند، همسو می‌باشد [۴۲،۳]. مطالعات کمی اثر کافئین بر غلظت تستوسترون را قبل و بعد از فعالیت مقاومتی بررسی کرده‌اند، بنابراین در این زمینه مطالعات کم بوده و ارتباط بین کافئین و غلظت تستوسترون به خوبی قابل درک نمی‌باشد.

به طور کلی یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که مصرف ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن منجر به افزایش معنی‌دار غلظت هورمون رشد پس از فعالیت مقاومتی با شدت ۸۵٪ یک تکرار بیشینه در ورزشکاران گردید اما مصرف کافئین تأثیری بر غلظت سرمی هورمون تستوسترون پس از فعالیت مقاومتی در ورزشکاران نداشت. تحقیقات کمی در ارتباط با اثر مصرف کافئین بر پاسخ‌های هورمونی به دنبال فعالیت مقاومتی

ترشح هورمون آزادکننده گنادوتروپین (GnRH) می‌شود. این هورمون با فیدبک مثبت و منفی ترشح هورمون‌های رشد و تستوسترون را کنترل می‌کند [۴۵]. هم‌چنین هورمون رشد دارای اثرات آنابولیک متعددی بر سلول‌های عضلانی است؛ که منجر به افزایش سنتز پروتئین در سلول‌های عضلانی می‌گردد و سبب افزایش آزادسازی اسیدهای چرب آزاد [۴۶] و گلیسرول از بافت چربی نیز می‌شود [۴۸،۴۷].

اگرچه در پژوهش حاضر، غلظت لاکتات یا اسیدپتیه خون مورد اندازه‌گیری قرار نگرفت، اما پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که غلظت اسید لاکتیک در طی فعالیت مقاومتی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد [۴۲،۳] و افزایش آن نیز وابسته به شدت و حجم فعالیت مقاومتی است [۴۹]. بنابراین، یکی دیگر از مکانیسم‌های مسئول بالاتر بودن ترشح هورمون رشد در اثر مصرف کافئین در پژوهش حاضر ممکن است به دلیل تولید بالای اسیدلاکتیک در طی فعالیت مقاومتی شدید (۸۵٪ IRM) باشد. از سوی دیگر، پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که غلظت بالای اسید لاکتیک قادر به مهار فرایند لیپولیز در بافت چربی است [۵۰] که از این طریق هم ممکن است اسیدلاکتیک مانع اثر مهاری FFA بر ترشح هورمون رشد شده باشد.

چندین پژوهش نشان داده‌اند که غلظت زیاد اسید چرب آزاد ممکن است باعث کاهش ترشح هورمون رشد گردد [۵۱]. لزی و همکاران (Lanzi) گزارش کردند که میزان زیاد سطوح اسید چرب آزاد می‌تواند باعث ایجاد یک بازخورد منفی بر هیپوتالاموس و سبب کاهش آزادسازی GHRH و متعاقب آن کاهش ترشح هورمون رشد گردد [۵۲].

تستوسترون، هورمونی آنابولیکی است که سبب تحریک ترشح فاکتور رشد شبه انسولین می‌گردد [۲۳]. این هورمون با فعال‌سازی گیرنده‌های آندروژنی یا با تبدیل به استرادیول و فعال‌سازی گیرنده‌های معین استروژن اثر خود را بر بدن اعمال می‌کند [۵۳]. به طور کلی آندروژن‌ها مانند تستوسترون سبب ساخت پروتئین و در نتیجه بافت می‌گردد [۵۴] و نشان داده شده است که تستوسترون در پاسخ به فعالیت مقاومتی افزایش و باعث افزایش قدرت و توده‌ی عضلانی می‌گردد [۳].

در پژوهش حاضر مصرف ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن تأثیری بر غلظت سرمی تستوسترون پس از فعالیت مقاومتی شدید نداشت اما غلظت تستوسترون در اثر فعالیت مقاومتی شدید در هر دو شرایط مصرف کافئین و دارونما به طور معنی‌داری افزایش نشان داد. پژوهش‌های محدودی در رابطه با اثر مصرف کافئین بر غلظت تستوسترون صورت گرفته و نتایج آن‌ها نیز متناقض می‌باشد [۵۵،۴۰،۳۹]. بیون و همکاران (Beaven) (۲۰۰۸) نشان دادند که مصرف ۸۰۰ میلی‌گرم کافئین



[23] Kraemer WJ, Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Fry AC, Gordon SE, et al. The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998; 78: 69-76.

[24] Nindl BC, Kraemer WJ, Marx JO, Tuckow AP, Hymer WC. Growth hormone molecular heterogeneity and exercise. *Exerc Sport Sci Rev* 2003; 31: 161-166.

[25] Baumann G. Growth hormone heterogeneity: genes, isohormones, variants, and binding proteins. *Endocr Rev* 1991; 12: 424-449.

[26] Giustina A, Veldhuis JD. Pathophysiology of the neuroregulation of growth hormone secretion in experimental animals and the human 1. *Endocr Rev* 1998; 19: 717-797.

[27] Hartman ML. Physiological regulators of growth hormone secretion. In: Juul A, Jorgenson JL, Growth Hormone in Adults: Physiological and Clinical Aspects. Cambridge University Press. 2nd ed. 2000: p. 3-52.

[28] Häkkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Häkkinen A, Valkonen H, Alen M. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *J Appl Physiol* 2001; 91: 569-580.

[29] Hansen S, Kvorning T, Kjaer M, Sjøgaard G. The effect of short-term strength training on human skeletal muscle: the importance of physiologically elevated hormone levels. *Scand J Med Sci Sports* 2001; 11: 347-354.

[30] Mooradian AD, Morley JE, Korenman SG. Biological actions of androgens. *Endoc Rev* 1987; 8: 1-28.

[31] Roa J, Navarro VM, Tena-Sempere M. Kisspeptins in Reproductive Biology: Consensus Knowledge and Recent Developments 1. *Biol Reprod* 2011; 85: 650-660.

[32] Kraemer WJ, Fleck SJ, Dziados JE, Harman EA, Marchitelli LJ, Gordon S, et al. Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *J Appl Physiol* 1993; 75: 594-604.

[33] Bosco C, Colli R, Bonomi R, von Duvillard SP, Viru A. Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 202-208.

[34] Kraemer W, Fry A, Warren B, Stone M, Fleck S, Kearney J, Conroy B, et al. Acute hormonal responses in elite junior weightlifters. *Int J Sports Med* 1992; 13: 103-109.

[35] Fahey TD, Rolph R, Mounghmee P, Nagel J, Mortara S. Serum testosterone, body composition, and strength of young adults. *Med Sci Sports* 1975; 8: 31-34.

[36] Earle RW, Baechle TR, Resistance training and spotting techniques. In: Baechle TR, Earle RW, editors. *Essentials of strength training and conditioning / National Strength and Conditioning Association*. 3rd ed. Hong Kong: Human Kinetics. 2008. p. 325-376.

[37] Häkkinen K, Pakarinen A. Muscle strength and serum testosterone, cortisol and SHBG concentrations in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiol Scand* 1993; 148: 199-207.

[38] Wu BH, Lin JC. Caffeine attenuates acute growth hormone response to a single bout of resistance exercise. *J Sports Sci Med* 2010; 9: 262-269.

[39] Beaven CM, Hopkins WG, Hansen KT, Wood MR, Cronin JB, Lowe TE. Dose effect of caffeine on testosterone and cortisol responses to resistance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2008; 18: 131-141.

[40] Ratamess NA, Hoffman JR, Ross R, Shanklin M, Faigenbaum AD, Kang J. Effects of an amino acid/creatine energy supplement on the acute hormonal response to resistance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2007; 17: 608-623.

[41] Moore TM, Mortensen XM, Ashby CK, Harris AM, Kump KJ, Laird DW, et al. The effect of caffeine on skeletal muscle anabolic signaling and hypertrophy. *Appl Physiol Nutr Metab* 2017; 42: 621-629.

[42] Rahimi R, Qaderi M, Faraji H, Boroujerdi SS. Effects of very short rest periods on hormonal responses to resistance exercise in men. *J Strength Cond Res* 2010; 24: 1851-1859.

[43] Binder G, Wittekindt N, Ranke MB. Noonan syndrome: genetics and responsiveness to growth hormone therapy. *Hormone Res Paediatr* 2007; 67: 45-49.

[44] Florini JR, Ewton DZ, Coolican SA. Growth hormone and the insulin-like growth factor system in myogenesis. *Endoc Rev* 1996; 17: 481-517.

[45] Melin B, Eclache J, Geelen G, Annat G, Allevard A, Jarsaillon E, et al. Plasma AVP, neurophysin, renin activity, and aldosterone during submaximal exercise performed until exhaustion in trained and untrained men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1980; 44: 141-151.

وجود دارد و رابطه‌ی بین آن‌ها به خوبی قابل درک نمی‌باشد و این مسئله نیاز به تحقیقات بیش‌تری دارد.

## تشکر و قدردانی

از ورزشکاران شرکت‌کننده در پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

## منابع

[1] Williams MH. Nutritional aspects of human physical and athletic performance: Charles C. Thomas.; 1976.

[2] Hoffman JR, Kang J, Ratamess NA, Jennings PF, Mangine GT, Faigenbaum AD. Effect of nutritionally enriched coffee consumption on aerobic and anaerobic exercise performance. *J Strength Cond Res* 2007; 21: 456-459.

[3] Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med* 2005; 35: 339-361.

[4] Powers SK, Howley ET. Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance: McGraw-Hill; 2004.

[5] Graham T, Spriet L. Metabolic, catecholamine, and exercise performance responses to various doses of caffeine. *J Appl Physiol* 1995; 78: 867-874.

[6] Tang-Liu DD, Williams RL, Riegelman S. Disposition of caffeine and its metabolites in man. *J Pharmacol Exp Ther* 1983; 224: 180-185.

[7] Engels HJ, Wirth JC, Celik S, Dorsey JL. Influence of caffeine on metabolic and cardiovascular functions during sustained light intensity cycling and at rest. *Int J Sport Nutr* 1999; 9: 361-370.

[8] Graham TE, Rush JW, van Soeren MH. Caffeine and exercise: metabolism and performance. *Can J Appl Physiol* 1994; 19: 111-138.

[9] Nehlig A, Daval JL, Debry G. Caffeine and the central nervous system: mechanisms of action, biochemical, metabolic and psychostimulant effects. *Brain Res Rev* 1992; 17: 139-170.

[10] Kalmar JM, Cafarelli E. Caffeine: a valuable tool to study central fatigue in humans? *Exerc Sport Sci Rev* 2004; 32: 143-147.

[11] Kalmar J, Cafarelli E. Effects of caffeine on neuromuscular function. *J Appl Physiol* 1999; 87: 801-808.

[12] Lopes J, Aubier M, Jardim J, Aranda J, Macklem P. Effect of caffeine on skeletal muscle function before and after fatigue. *J Appl Physiol* 1983; 54: 1303-1305.

[13] McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.

[14] Harland BF. Caffeine and nutrition. Elsevier; 2000.

[15] Fredholm BB, Bättig K, Holmén J, Nehlig A, Zvartau EE. Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. *Pharmacol Rev* 1999; 51: 83-133.

[16] Carrillo JA, Benitez J. Clinically significant pharmacokinetic interactions between dietary caffeine and medications. *Clin Pharmacokinet* 2000; 39: 127-153.

[17] Robertson D, Frölich JC, Carr RK, Watson JT, Hollifield JW, Shand DG, Oates JA. Effects of caffeine on plasma renin activity, catecholamines and blood pressure. *N Engl J Med* 1978; 298: 181-186.

[18] Ahtiainen JP, Pakarinen A, Kraemer WJ, Hakkinen K. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in strength athletes versus nonathletes. *Can J Appl Physiol* 2004; 29: 527-543.

[19] Baker D, Mitchell J, Boyle D. Resistance training for children and youth: a position stand from the Australian Strength and Conditioning Association (ASCA). *J Aust Strength & Cond* 2007; 16: 58-74.

[20] Florini JR. Hormonal control of muscle growth. *Muscle Nerve* 1987; 10: 577-598.

[21] Fryburg DA, Gelfand RA, Barrett EJ. Growth hormone acutely stimulates forearm muscle protein synthesis in normal humans. *Am J Physiol* 1991; 260: E499-E504.

[22] Griggs RC, Kingston W, Jozefowicz RF, Herr BE, Forbes G, Halliday D. Effect of testosterone on muscle mass and muscle protein synthesis. *J Appl Physiol* (1985) 1989; 66: 498-503.

[51] Blackard WG, Hull EW, Lopez-S A. Effect of lipids on growth hormone secretion in humans. *J Clin Invest* 1971; 50: 1439-1443.

[52] Lanzi R, Losa M, Mignogna G, Caumo A, Pontiroli AE. The control on growth hormone release by free fatty acids is maintained in acromegaly. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84: 1234-1238.

[53] McPhaul MJ, Young M. Complexities of androgen action. *J Am Acad Dermatol* 2001; 45: S87-S94.

[54] Sheffield-Moore M. Androgens and the control of skeletal muscle protein synthesis. *Ann Med* 2000; 32: 181-186.

[55] Pollard I. Increases in plasma concentrations of steroids in the rat after the administration of caffeine: comparison with plasma disposition of caffeine. *J Endocrinol* 1988; 119: 275-280.

[46] Duffaut C, Galitzky J, Lafontan M, Bouloumié A. Unexpected trafficking of immune cells within the adipose tissue during the onset of obesity. *Biochem Biophys Res Commun* 2009; 384: 482-485.

[47] Dominici FP, Turyn D. Growth hormone-induced alterations in the insulin-signaling system. *Exp Biol Med (Maywood)* 2002; 227: 149-157.

[48] Godfrey RJ, Madgwick Z, Whyte GP. The exercise-induced growth hormone response in athletes. *Sports Med* 2003; 33: 599-613.

[49] Wirtz N, Wahl P, Kleinöder H, Mester J. Lactate kinetics during multiple set resistance exercise. *J Sports Sci Med* 2014; 13: 73-77.

[50] Liu C, Wu J, Zhu J, Kuei C, Yu J, Shelton J, et al. Lactate inhibits lipolysis in fat cells through activation of an orphan G-protein-coupled receptor, GPR81. *J Biol Chem* 2009; 284: 2811-2822.

## Effects of caffeine consumption before resistance exercise on blood levels of testosterone and growth hormones in male athletes

Mohammad Rahman Rahimi (Ph.D)\*, Maryam Khodamoradi (M.Sc), Fatemeh Falah (M.Sc)

Department of Exercise Physiology, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

\* Corresponding author. +98 87-33624005 rahman.rahimi@yahoo.com

Received: 2 May 2017; Accepted: 28 Apr 2019

**Introduction:** Caffeine has the athletic performance-enhancing effects, but its effect on concentrations of anabolic hormones is unclear. Therefore, this research examines the short-term effect of caffeine consumption on anabolic hormones of growth (GH) and testosterone (TS) after performing resistance exercise (RE).

**Materials and Methods:** In this randomized double-blind, and placebo-controlled crossover study, 30 volunteer men (mean age  $21.72 \pm 4.06$ , height  $179.31 \pm 5.08$  centimeter, weight  $77.31 \pm 14.70$  kilogram) who did resistance exercise consumed caffeine supplement ( $6 \text{ mg.k}^{-1}$  of the body weight) and placebo (maltodextrine  $6 \text{ mg.k}^{-1}$  of the body weight) one hour before the RE, and the blood samples were taken before, after and 15 min after RE.

**Results:** Analysis of data showed that GH concentration showed a significant difference between the conditions of caffeine and placebo immediately and 15 minutes after RE ( $P < 0.05$ ), but no significant difference was found in TS concentration caffeine and placebo groups at any times.

**Conclusion:** In general, the present study indicated that caffeine ( $6 \text{ mg.k}^{-1}$ ) leads to the significant increase in GH concentration after RE (85% of 1RM) in athletes, but, it had not any effect on the concentration of TS.

**Keywords:** Caffeine, Growth Hormone, Testosterone, Resistance Exercise, Athletes.

---