

**تأثیر تمرینات تناوبی فزاینده بر نسبت تستوسترون به کورتیزول سرمی در کاراته‌کاران مرد نخبه**

مجید باغدارنیا<sup>۱</sup>، دکتر حجت‌اله نیک‌بخت<sup>۲</sup>، دکتر محمدعلی آذربایجانی<sup>۳\*</sup>  
<sup>۱</sup>کارشناس‌ارشد فیزیولوژی ورزش، <sup>۲</sup>دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات،  
<sup>۳</sup>استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز

تاریخ دریافت: ۸۷/۷/۳

تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۱۵

**چکیده**

**هدف:** مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرینات تناوبی فزاینده بر نسبت تستوسترون به کورتیزول سرمی در کاراته‌کاران مرد نخبه طراحی و اجرا شد.

**روش پژوهش:** چهارده کاراته‌کار مرد آزمودنی‌های این پژوهش بودند. کلیه آزمودنی‌ها به مدت ۵ هفته و هفته‌ای سه جلسه در یک برنامه تمرینی تناوبی شرکت نمودند. شدت و مدت تمرین از هفته اول تا پایان هفته چهارم هر هفته افزایش یافت و از آغاز هفته پنجم تا پایان آن مجدداً شدت و حجم تمرین به سطوح اولیه بازگشت (دوره تیپر). برای سنجش سطوح استراحتی و پس از فعالیت تستوسترون و کورتیزول، ده میلی‌لیتر خون سیاهرگی از آخرین جلسه فعالیت در پایان هفته چهارم و پنجم جمع‌آوری شد. غلظت هورمون‌ها با روش الایزا تعیین شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که تمرینات تناوبی فزاینده تأثیر معنی‌داری بر غلظت تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول نداشت، اما دوره کاهش فشار تمرین موجب کاهش معنی‌داری در میزان غلظت تستوسترون شد، اما تأثیری بر غلظت کورتیزول و نسبت تستوسترون بر کورتیزول نداشت ( $P < 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** بر اساس نتایج این مطالعه احتمال می‌رود که تغییرات حجم و شدت تمرین اینتروال با الگوی حرکتی کاراته‌تأثیری بر تعادل آنابولیک-کاتابولیک نداشته باشد.

**واژگان کلیدی:** تستوسترون، کورتیزول، تمرینات تناوبی، تیپر

## مقدمه

توسعه عملکرد اولین و یکی از مهم‌ترین اهداف انجام تمرینات بدنی است (۲۶). برای رسیدن به این هدف ورزشکاران باید متناسب با ظرفیت‌های فیزیولوژیک خود تمرین نمایند. اگر ویژگی‌های برنامه تمرین کمتر از این ظرفیت باشد سازگاری‌های مثبت ایجاد نمی‌شود و در نتیجه عملکرد نیز توسعه نمی‌یابد، اما اگر تمرین با شدت و مدت بیشتر از ظرفیت مذکور انجام شود، سازگاری‌های منفی ایجاد شده، در نتیجه عملکرد تضعیف می‌گردد که در این شرایط فرد مبتلا به سندرم تمرین مفرط می‌گردد. بر این اساس در سال‌های اخیر محققان برای یافتن نشانگران زیستی معتبر برای تعیین فشار تمرین مطالعات متعددی انجام داده‌اند. پیشنهاد شده که از پارامترهای هماتولوژیک (۹ و ۳۴) ایمونولوژیک (۳۳) متابولیت‌ها (۱۲) آنزیم‌ها (۴) و هورمون‌ها (۲۸) می‌توان به عنوان یک ابزار تشخیصی برای تعیین استرس فیزیولوژیک ناشی از تمرینات بدنی استفاده نمود. از بین پارامترهای مذکور توجه ویژه‌ای به هورمون‌ها شده است. زیرا هورمون‌ها تقریباً بر تمام جنبه‌های فیزیولوژیک اثر می‌گذارند و در اصل به عنوان بخش مکمل سیستم عصبی مرکزی عمل می‌کنند (۳۶). برای اولین بار آدلرکروست و همکاران (۱۹۸۶) نسبت تستوسترون به کورتیزول را به عنوان یک ابزار تشخیصی برای نمایش فشار تمرین مطرح نمودند (۱). الگوی دقیق پاسخ این نسبت به برنامه‌های تمرینی مشخص نیست، افزایش (۳۵) یا کاهش (۱) آن بعد از تمرین گزارش شده است، هرچند عدم تغییر (۱۰) نیز گزارش شده. این تفاوت‌ها تا حدودی می‌تواند این‌گونه توجیه کرد که بسیاری از مطالعات از سطوح توتال تستوسترون استفاده نموده‌اند و برخی سطوح آزاد آن را مورد بررسی قرار داده‌اند (۱۰).

از طرف دیگر پاسخ هورمون‌ها به فعالیت‌های جسمانی تابعی از سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها (۳۲، ۲۴)، نوع (۱۴، ۱۷، ۲۱ و ۲۳)، شدت (۱۸) و مدت برنامه تمرینی می‌باشد (۱۵، ۱۹ و ۲۳). نتایج مطالعات قبلی نشان می‌دهد که الگوهای متفاوت تمرین با توجه به نیازهای متابولیک مختلف هریک بر پاسخ هورمونی اثرگذار است. تمرینات اینتروال یکی از متداول‌ترین تمرینات مورد استفاده برای بسیاری از رشته‌های ورزشی است (۱۱). این برنامه تمرینی در رشته‌های رزمی که ورزشکاران طی مسابقه باید با انجام حرکات انفجاری دفاع و یا حمله نمایند اهمیت زیادی دارد و بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تمرینات اینتروال شدید سیستم انرژی غالب، سیستم انرژی بی‌هوازی است، با این تفاوت که این سیستم در متن یک دوره زمانی طولانی قرار می‌گیرد (۱۱). جنبه نوآوری مطالعه حاضر این است که برنامه اینتروال مورد استفاده در این مطالعه بر اساس الگوهای حرکتی متداول در این رشته طراحی شده تا تأثیر آن بر غلظت هورمون‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

مطالعه حاضر با هدف ارزیابی تغییرات نسبت تستوسترون به کورتیزول به افزایش فشار تمرین و دوره تیر متعاقب آن در کاراته‌کاران مرد نخبه در زمان آماده‌سازی برای شرکت در فصل مسابقات طراحی و اجرا شده است.

## روش پژوهش

**آزمودنی‌ها:** چهارده کاراته‌کار مرد به‌طور تصادفی از میان کاراته‌کاران سبک کاراته دو انتخاب شدند و آزمودنی‌های این پژوهش را تشکیل دادند. پس از انتخاب آزمودنی‌ها، طی جلسه‌ای اهداف و کلیه مراحل پژوهش به تفصیل برای آزمودنی‌های پژوهش شرح داده شد و هر یک فرم رضایت‌نامه کتبی را امضا نمودند. براساس پرسشنامه سلامت عمومی (GHQ) وضعیت سلامتی آزمودنی‌ها مشخص شد. لازم به ذکر است که در زمان انجام پژوهش هیچ‌یک از آزمودنی‌ها تحت درمان دارویی و مبتلا به اختلالات هورمونی نبودند. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در جدول یک ارائه شده است.

جدول ۱. توصیف آماری ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	سابقه تمرین منظم (سال)
۲۰/۳۶ $\pm$ ۳/۴۳	۱۷۵/۷۱ $\pm$ ۵/۹۶	۷۳/۴۳ $\pm$ ۵/۷۶	۵ $\pm$ ۲

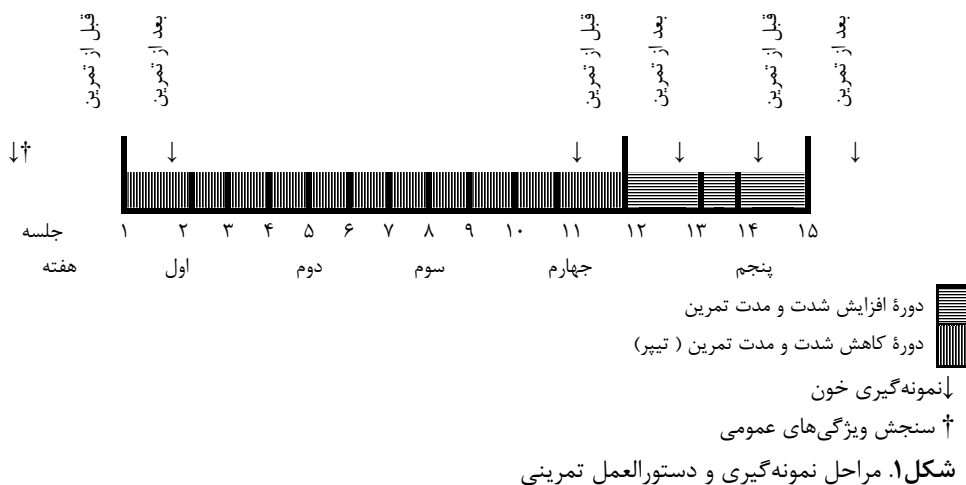
**دستورالعمل تمرین:** کلیه آزمودنی‌ها به مدت ۵ هفته و هفته‌ای سه جلسه در یک برنامه تمرینی تناوبی شرکت نمودند. شدت و مدت تمرین از هفته اول تا پایان هفته چهارم هر هفته افزایش یافت و از آغاز هفته پنجم تا پایان آن مجدداً شدت و حجم تمرین به سطوح اولیه بازگشت (دوره تپیر). هر جلسه تمرین شامل گرم کردن (دویدن آرام، چرخش مفاصل و حرکات کششی)، برنامه اصلی (تمرینات تناوبی) و سرد کردن (دویدن آرام، چرخش مفاصل و حرکات کششی) بود. مدت زمان هر جلسه تمرین  $۹۰ \pm ۲۰$  دقیقه بود. تمرینات تناوبی شامل اجرای تکنیک‌های رایج کاراته دست، پا و کل بدن بود که آزمودنی می‌بایست با حداکثر سرعت آنها را اجرا می‌کردند. نسبت کار به استراحت مورد استفاده در برنامه تمرینی پنج‌هفته‌ای به شرح زیر است:

- ۱- هفته اول با نسبت زمانی ۱ به ۳، در یک ست ۳ مرحله‌ای ۱۵ ثانیه تمرین ۴۵ ثانیه استراحت.
  - ۲- هفته دوم با نسبت زمانی ۱ به ۲، در یک ست ۳ مرحله‌ای ۲۰ ثانیه تمرین ۴۰ ثانیه استراحت.
  - ۳- هفته سوم با نسبت زمانی ۱ به ۱/۴، در یک ست ۳ مرحله‌ای ۲۵ ثانیه تمرین ۳۵ ثانیه استراحت.
  - ۴- هفته چهارم با نسبت زمانی ۱ به ۱، در یک ست ۳ مرحله‌ای ۳۰ ثانیه تمرین ۳۰ ثانیه استراحت.
  - ۵- هفته پنجم با نسبت زمانی ۱ به ۳، در یک ست ۳ مرحله‌ای ۱۵ ثانیه تمرین ۴۵ ثانیه استراحت.
- همان‌طور که اطلاعات نشان می‌دهد برای افزایش شدت تمرین میزان استراحت بین وهله‌های تمرین از هفته اول تا هفته چهارم کاهش یافت. برای افزایش حجم تمرین نیز مدت زمان هر وهله از ۱۵ ثانیه به ۳۰ ثانیه افزایش یافت. در آغاز هفته پنجم شدت و حجم تمرین به مقادیر هفته اول بازگشت.

**نمونه‌گیری خونی:** برای تعیین تأثیر برنامه تمرینی بر سطوح استراحتی و پس از تمرین تستوسترون و کورتیزول قبل و بعد از اولین جلسه تمرین در آغاز هفته اول، آخرین جلسه در پایان هفته چهارم (دوره افزایش شدت و مدت تمرین) و آخرین جلسه در پایان هفته پنجم (پایان دوره تیپر) ۱۰ میلی‌لیتر خون سیاهرگی از ورید آنتی کیوبیتال جمع‌آوری شد. کلیه نمونه‌ها پس از جمع‌آوری، بلافاصله در دمای ۷۰- درجه سانتیگراد فریز شدند تا پس از پایان دوره از نقطه‌نظر هورمونی مورد سنجش قرار گیرند. برای جلوگیری از اثر ریتم شبانه‌روزی بر ترشح هورمون‌ها و همچنین خطاهای نمونه‌گیری تمامی نمونه‌گیری‌ها در زمان مشابه و توسط یک نفر انجام شد.

**سنجش هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز:** برای ارزیابی تغییرات واقعی غلظت تستوسترون و کورتیزول و خنثی نمودن اثر شیفت خون، میزان هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز به روش سل کانتر تعیین شد.

**سنجش هورمونی:** غلظت تستوسترون سرمی با استفاده از کیت تجاری ساخت شرکت DRG آلمان با دقت ۵ ng.ml و برای اندازه‌گیری غلظت کورتیزول سرمی از کیت تجاری ساخت شرکت HUMA آلمان با دقت ۱۰ ng.ml و به روش الایزا استفاده شد. کلیه مراحل جمع‌آوری اطلاعات در شکل ۱ ارائه شده است.

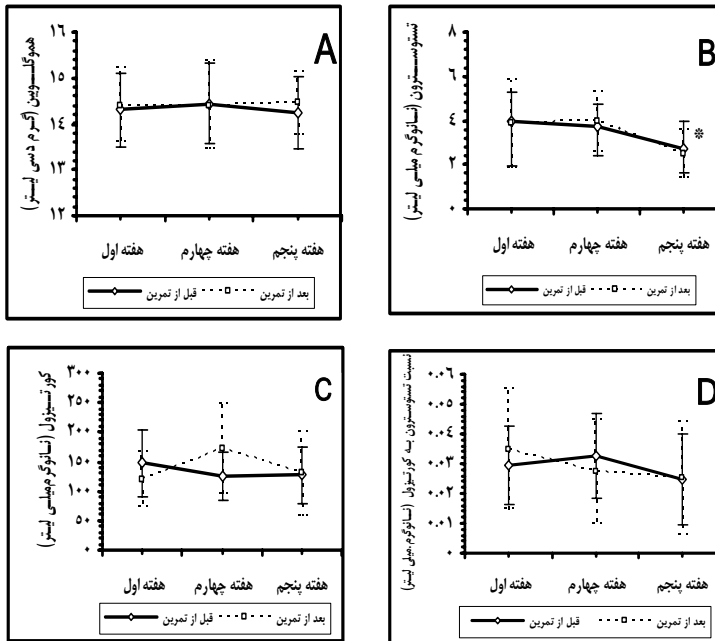


**تجربه و تحلیل آماری:** در این مطالعه تمامی اطلاعات به‌دست آمده بر اساس میانگین و انحراف معیار گزارش شد. برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع اطلاعات از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. اطلاعات به دست آمده از سنجش هورمونی با استفاده از روش تحلیل یک‌طرفه واریانس با اندازه‌گیری‌های

مکرر (ANOVA) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سطح معنی‌داری نیز  $p < 0.05$  در نظر گرفته شد. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

### یافته‌های پژوهش

میزان هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز طی پنج هفته تمرین تغییر معنی‌داری نیافت (شکل ۲ بخش A). طی چهار هفته تمرین تناوبی فزاینده در غلظت تستوسترون سرمی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، ولی پس از یک هفته کاهش فشار تمرین غلظت تستوسترون کاهش معنی‌داری یافت (شکل ۲ بخش B  $p < 0.05$ ). میزان غلظت کورتیزول طی پنج هفته تمرین تغییر معنی‌داری نیافتند (شکل ۲ بخش C). میزان نسبت غلظت تستوسترون به کورتیزول طی پنج هفته تمرین تغییر معنی‌داری نیافتند (شکل ۲ بخش D).



شکل ۲. میزان غلظت هموگلوبین، تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول قبل و بعد از یک جلسه فعالیت در هفته‌های اول، چهارم و پنجم. اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است.

### بحث و نتیجه‌گیری

اولین یافته این پژوهش نشان داد که تمرینات تناوبی فزاینده تأثیر معنی‌داری بر غلظت تستوسترون سرمی ندارد، اما دوره یک‌هفته‌ای کاهش فشار تمرین بعد از تمرینات فزاینده چهار هفته‌ای موجب کاهش معنی‌داری

در میزان غلظت تستوسترون شد. این یافته با نتایج مطالعات قبلی (۱۶، ۲۳، ۱۷ و ۳۲) که عدم تغییر در غلظت تستوسترون را متعاقب و پس از تمرین گزارش نمودند همخوانی دارد.

مکانیسم تغییرات تستوسترون متعاقب تمرینات ورزشی به‌درستی معلوم نیست (۳) اما مکانیسم‌های احتمالی در خصوص توجیه این تغییرات مطرح شده است. یکی از مکانیسم‌های مطرح شده، تغییرات حجم خون یا شیفت خون می‌باشد (۶، ۱۱، ۱ و ۳۱). اگر در اثر فعالیت بدنی حجم خون کاهش یابد این احتمال وجود دارد که غلیظ شدن حجم خون موجب افزایش مجازی غلظت هورمون‌ها گردد (۲۳ و ۲۴). به این دلیل باید تغییرات هموگلوبین به موازات تغییرات هورمونی اندازه‌گیری شود تا اثر خالص تغییرات هورمونی مشخص گردد. در مطالعه حاضر تغییر معنی‌داری در غلظت هموگلوبین مشاهده نشد، لذا می‌توان نتیجه گرفت که عدم تغییر غلظت تستوسترون در این تحقیق مستقل از تغییرات حجم خون است.

از طرف دیگر تمرین با شدت کمتر از ۵۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی نیز می‌تواند موجب افزایش ترشح تستوسترون گردد (۱۹). لازم به ذکر است که در تحقیق حاضر تمرین با شدت بیشینه انجام شد، لذا می‌توان یکی از دلایل عدم تغییر در غلظت تستوسترون را به شدت زیاد تمرین نسبت داد. همچنین تغییر در میزان ترشح و متابولیسم تستوسترون نیز از دیگر عوامل اثرگذار بر پاسخ هورمونی به ورزش است (۶ و ۱۹). هاکینن و همکاران (۱۹۹۵) عدم تغییر در غلظت تستوسترون را گزارش نموده و گفته‌اند که علی‌رغم افزایش ترشح تستوسترون، افزایش مصرف تستوسترون توسط بافت‌ها موجب عدم تغییر در غلظت هورمون پس از تمرین می‌شود (۱۲).

در تحقیق حاضر غلظت تستوسترون در زمان کاهش فشار تمرین کاهش معنی‌دار نیافت. که احتمالاً دلیل این کاهش را می‌توان به افزایش برداشت هورمون توسط بافت‌ها برای بازسازی و ترمیم ذخائر از دست رفته دانست.

دومین یافته این پژوهش نشان داد که تمرینات تناوبی فزاینده تأثیر معنی‌داری بر غلظت کورتیزول سرمی ندارد و همچنین دوره یک‌هفته‌ای کاهش فشار تمرین بعد از تمرینات فزاینده چهارهفته‌ای نیز تأثیر معنی‌داری در میزان غلظت کورتیزول ندارد. این یافته نیز با نتایج پژوهش‌های قبلی همخوانی دارد. کوپاسالمی و همکاران (۱۹۷۶) متعاقب دویدن شدید اینتروال در حد آستانه بی‌هواری (۲۴)، موجیکا و همکاران (۱۹۹۶) متعاقب تمرین شدید (۲۷)، فلاین و همکاران (۱۹۹۷) متعاقب افزایش حجم تمرین (۷)، عدم تغییر در غلظت کورتیزول متعاقب و پس از تمرین را گزارش نمودند.

در خصوص عدم تغییر غلظت کورتیزول باید به عامل شدت و مدت فعالیت توجه نمود (۲۹). طی تمرین شدید با مدت کوتاه (۲ دقیقه) مشاهده شد که غلظت کورتیزول بلافاصله پس از تمرین افزایش نمی‌یابد اما ممکن است ۱۵ دقیقه بعد از تمرین افزایش یابد (۲۰). در مطالعه حاضر بلافاصله پس از تمرین نمونه‌های خونی جمع‌آوری شد زیرا ممکن است پس از زمان خونگیری غلظت کورتیزول افزایش یافته باشد. برخی از مطالعات نیز گزارش نمودند که تمرین با شدت زیاد و مدت کوتاه ممکن است موجب تغییر معنی‌داری در کورتیزول در مقایسه با مقادیر استراحتی نشود (۲۱، ۲۳ و ۳۰). این اطلاعات نشان می‌دهد که پاسخ کورتیزول ممکن است به مدت تمرین بیشتر از شدت تمرین وابسته باشد (۸). بر این اساس احتمال می‌رود که تمرین کوتاه مدت ممکن است برای تحریک بخش قشری غده فوق کلیوی ناکافی باشد (۲۲). در مطالعه

حاضر تمرینات کوتاه مدت زیر ۳۰ ثانیه و با شدت زیاد انجام شد و احتمالاً می‌توان دلیل عدم تغییر غلظت کورتیزول را در این مطالعه به کوتاه بودن زمان تمرین نسبت داد.

سومین یافته نشان داد که تمرینات تناوبی فزاینده تأثیر معنی‌داری برنسبت تستوسترون به کورتیزول سرمی نداشت و همچنین دوره یک‌هفته‌ای کاهش فشار تمرین بعد از تمرینات فزاینده چهارهفته‌ای نیز تأثیر معنی‌داری برنسبت تستوسترون به کورتیزول سرمی نداشت.

پیشنهاد شده است که نسبت تستوسترون به کورتیزول می‌تواند شاخص سودمندی برای نشان دادن فشار تمرین در قایقرانان، دوندگان و اسکیت‌بازان سرعت باشد (۱، ۶ و ۲۵). محققان معتقدند که غلظت پایین تستوسترون و غلظت بالای کورتیزول از نشانه‌های ابتلا به سندرم تمرین مفرط است. هارکونن و آدلرکروتیز (۱۹۸۶) این شاخص را در دوندگان استقامت از نشانه‌های مهم ابتلا به سندرم تمرین مفرط دانستند (۱). ارزیابی این شاخص توسط ورون و همکاران (۱۹۹۱) در قایقرانان مرد نشان داد که اگر این نسبت بیش از ۳۰٪ کاهش یابد نشانه ابتلا به سندرم تمرین مفرط است (۳۵). تغییر در غلظت تستوسترون و کورتیزول متأثر از میزان دوره ریکاوری و طول ریکاوری بعد از تمرین است (۲۲).

تستوسترون توسط سلول‌های بیضه و آدرنال تولید می‌شود و نشانه میزان فعالیت آنابولیکی بافتی است، در حالی که کورتیزول از قشر غده فوق کلیوی ترشح شده، نشانه فعالیت کاتابولیکی بافت‌ها می‌باشد (۳۶). در این صورت نسبت بین تستوسترون و کورتیزول نشانه تعادل بین روندهای آنابولیک و کاتابولیک است (۵). محققان معتقدند که تغییر در این نسبت به شدت و مدت تمرین وابسته است. برخی از محققان گزارش نمودند که تکرار تمرینات سنگین خصوصاً تمرینات استقامتی بدون دوره ریکاوری کافی موجب اختلال در این نسبت می‌شود (۲ و ۱۵).

احتمالاً دلیل اینکه در این تحقیق میزان غلظت نسبت تستوسترون به کورتیزول تغییر نیافت این است که تمرینات با شدت زیاد و مدت کم انجام شد و دوره ریکاوری پس از هر جلسه تمرین متناسب با شدت تمرین بود، زیرا آزمودنی‌ها حداقل یک روز بین هر جلسه فعالیت برای بازیافت زمان داشتند. همین دوره زمانی برای بازیافت شاید دلیل عدم تغییر معنی‌دار در نسبت تستوسترون به کورتیزول باشد. نتایج به دست آمده در خصوص این نسبت نشان می‌دهد که کاراته‌کاران مرد نخبه در اثر افزایش شدت تمرین به سندرم تمرین مفرط مبتلا نشده‌اند.

نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش و به دنبال آن کاهش دوره‌های تمرینات تناوبی شدید کوتاه‌مدت در کاراته‌کاران مرد نخبه تأثیر معنی‌داری بر غلظت تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول سرمی ندارد و فقط اختلاف معنی‌داری در کاهش دوره تمرین بر غلظت تستوسترون دیده شده است. این یافته‌ها ممکن است به دلیل وزیدگی آزمودنی‌ها و یا تطابق آنان با شدت و مدت برنامه تمرینی باشد. عدم تغییر معنی‌دار درنسبت تستوسترون به کورتیزول نیز احتمالاً نشانه تعادل بین روندهای آنابولیک و کاتابولیک است.

## منابع

1. Adlercreutz H, Harkonen M, Kuppasalmi K, Naveri H, Naveri H, Huhtaniemi I, Tikkanen H, Remes k, Dessypris A, and Karvonen J. (1986). Effect of Training on Plasma Anabolic and Catabolic Steroid Hormones and Their Response during Physical Exercise. *Int J Sports Med*, 7:27–28.
2. Alen M, Pakarinen A, Hakkinen K, and Komi PV. (1988). Responses of Serum Androgenic–Anabolic and Catabolic Hormones to Prolonged Strength Training. *Int J Sports Med*, 9:229–233.
3. Arce JC, and De Souza MJ. (1993). Exercise and male factor infertility. *Sports Med*, 15,146–169.
4. Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, Limongelli FM.( 2008) Serum enzyme monitoring in sports medicine. *Clin Sports Med*, 1:1-18
5. Coutts AJ, Wallace LK, and Slattery KM. (2007). Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. *Int J Sports Med*, 28:125-34
6. Fahrner CL, and Hackney AC. (1998). Effects of endurance exercise on free testosterone concentration and the binding affinity of Sex hormone binding globulin. *Int J Sports Med*, 19:12–15.
7. Flynn MG, Pizza FX, and Brolinson PG. (1997). Hormonal Responses to Excessive Training Influence of Cross Training. *Int J Sports Med*, 18:191–196.
8. Fry AC, Kraemer WJ, and Ramsey LT. (1998). Pituitary Adrenal gonadal Responses to High – intensity Resistance Exercise Over training. *J Appl Physiol*, 6:2352-2359
9. Gaudard A, Varlet-Marie E, Bressolle F, Mercier J, Brun JF.(2003). Hemorheological correlates of fitness and unfitness in athletes: moving beyond the apparent "paradox of hematocrit"? *Clin Hemorheol Microcirc*, 3:161-73.
10. Gonza´lez-Bono E, Salvador A, Serrano MA, Moya-Albiol L, and Martı´nez-Sanchis S. (2001). Effects of training volume on hormones and mood in basketball players. *Int J Stress Management*, 4:263-273
11. Gray AB, Telford RD, and Weidemann MJ. (1993). Endocrine Response to Intense Interval Exercise. *Eur J Appl physiol*, 66:366–371.
12. Hartmann U, and Mester J. (2000). Training and overtraining markers in selected sport events. *Med Sci Sports Exerc*, 32: 209–215.
13. Hackney AC. (1996). The Male Reproductive System and Endurance Exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 2:180–189.
14. Hackney AC, Premo MC, McMurray RG, (1995). Influence of Aerobic versus Anaerobic Exercise on the Relation ship Between Reproductive Hormones in Men. *J Sports Sci* 13:305-311.
15. Hakkinen K, Keskinen KL, Alen M, Komi PV, and Kahanen H. (1989). Serum Hormone Concentrations During Prolonged Training in Elite



- Endurance. Trained Man Strength. Trained Athletes. *Eur J Appl Physiol*, 59:233-238
16. Hoffman JR, Falk B, Radom-I Saac S, Weinstein Y, Magazainx A, Wang Y, and Yarom Y. (1997). The Effect of Environmental Temperature on Testosterone and Cortisol Responses to High Intensity, Intermittent Exercise in Humans. *Eur J Appl Physiol*, 15:83-87
  17. HuY, Asano K, Mizuno K, Usuki S, and Kawakura Y. (1999). Serum Testosterone Responses to Continuous and Intermittent Exercise Training in Male Rats. *Int J Sports Med*, 20:12-16.
  18. Kaciuba-Uscilko H, Kruk B, Szczypaczewska M, Opaszowski B, Stupnicka E, Bicz B, and nazar K. (1992). Metabolic Body temperature and Hormonal Responses to Repeated. *J Appl Physiol*, 64:26-31.
  19. Kenefic RW, Maresh CM, Armstrong LE, Castellani JW, whittlesley M, Hoffman JR, and Bergeron MF. (1998). Plasma Testosterone and Cortisol Responses to training-Intensity Exercise in mild and Hot Environments. *Int J Sports Med*, 19:177-181.
  20. Kindermann W, Schnabel A, Schmitt WM, Biro G, Cassens J, and Weber F. (1982). Catecholamine, Growth Hormone, cortisol, Insulin and Sex Hormones in Anaerobic and Aerobic Exercise. *Eur J Appl Physiol*, 49:389-399
  21. Kraemer WJ, Fleck SJ, Callister R, Sibley M, Dady GA, Marsh CM, Marchitelli L, Cruthirds Ch, Murray T, and Falkel JE. (1989). Training Responses of Plasma Beta-endorphin, Adrenocorticotrophin and Cortisol. *Med Sic Sports Exerc*, 2:146-153.
  22. Kuipers H, and Keizer HH. (1988). Overtraining in Elite Athletes. Review and Directions for the Future. *Sports Med*, 6:79-92.
  23. Kuoppa Sulmi K, Naveri Har Konen M, and Adlercreutz H. (1980). Plasma Cortisol, Androstendione, Testosterone and luteinizing Hormone in Running Exercise of Different Intensities. *Scand J Clin Lab Invest*, 40:403-409.
  24. Kuoppa salmi K, Naveri H, Rehunen S, Harkone M, and Adlercreutz H. (1976). Effect of Strenuous Anaerobic Running Exercise on Plasma Growth Hormone Cortisol Luteinizing Hormone, Testosterone, Androstenedione, Estrone and Estradiol. *J Steroid Biochemistry*. 7:823-829.
  25. Lopez-Calbet JA, Navarro MA, Barbany JR, Garcia-Manso J, Bonnin MR, and Valero J. (1993). Salivary steroid changes and physical performance in highly trained cyclists. *Int J Sports Med*, 14:111-117.
  26. Maso F Lac, Filaire G, Michaux E, and Robert OA. (2004) Salivary testosterone and cortisol in rugby players: correlation with psychological overtraining items. *Br J Sports Med*, 38:260-263.
  27. Mujika I, Chatard JC, Padilla S, Guezennec CY, and Geysant A. (1996). Hormonal Responses to Training and Its Tapering Off in Competitive

- Swimmers Relation Ships With Performance. *Eur J Appl physiol*, 74:361–366.
28. Purge P, Jürimäe J, and Jürimäe T. (2006). Hormonal and psychological adaptation in elite male rowers during prolonged training. *J Sports Sci*, 10:1075-82.
  29. Scavo D, Barletta C, Vagiri D, and Letizia C. (1991). Adreno–Corticotropic Hormone; Beta – Endorphin, Cortisol Growth Hormone and Prolactin Circulating Levels in Nineteen Athletes Before and After Half–Marathon and Marathon. *J Sports Med*, 3:401-405
  30. Schwarz L, and Kindermann W. (1990). B. Endorphin Adrenocorticotrophic Hormone Cortisol and catecholamine During Aerobic and Exercise. *Eur J Appl physiol*, 61:165–171
  31. Shanlu S, Pangiau C, Fantung Y, Wonghuang S, Haochen Y, Chang Shih H, Chwentsai Chenlu C, Wuwang S, Jong Chen J, Jea Chien E, Heng Chien C, and Wang PS. (1997). Lactate and the Effects of Exercise on Testosterone Secretion. Evidence for the Involvement of a CAMP. Mediated Mechanism. *Med Sci Sports Exerc*, 8:1048–1050.
  32. Snegovskaya V, and Viro A. (1993). Steroid and Pituitary Hormone Responses to Rowing Relative Significance of Exercise Intensity and Duration and Performance Level. *Eu J Appl Physiol*, 67:59–65.
  33. Urhausen A, and Kindermann W. (2002). Diagnosis of overtraining. What tools do we have? *Sports Med*, 32:95–102
  34. Varlet-Marie E, Gaudard A, Mercier J, Bressolle F, and Brun JF. (2003). Is the feeling of heavy legs in over trained athletes related to impaired hemorheology? *Clin Hemorheol Microcirc*. 3:151-9.
  35. Vervoorn C, Quist AM, Vermulst LJM, Erich WBM, Devries WR, Thijssen JHH. (1991). The Behavior of the plasma Free Testosterone Cortisol Ration during Season of Elite Rowing Training. *Int J sports Med*, 3:254-263.
  36. William RH. (1994). *Text Book of Endocrinology*. Ed Philadelphia. W.b. Saund.

---

## The effect of progressive interval training on serum testosterone to cortisol ratio in elite male karate athletes

Baghdarnia M.<sup>1</sup>, Nikbakht H.<sup>2</sup>, Azarbayjani M.<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Master of Science in Exercise Physiology

<sup>2</sup>Associate Professor, Islamic Azad University-Science and Research Branch

<sup>3</sup>Assistant Professor, Islamic Azad University-Central Tehran Branch

---

### Abstract

**Aim:** The purpose of this study was to examine the effects of progressive interval training on serum testosterone to cortisol ratio in elite male karate athletes.

**Method:** Fourteen healthy, physically active males karateka with aged  $20.36 \pm 3.43$  yr, height:  $175.71 \pm 5.96$  cm, weight:  $73.43 \pm 5.76$  kg were recruited for participation in this study. All subjects trained three days a week for five weeks. The intensity and duration of exercise increased from first to fourth weeks and then return to the level of beginning in the fifth week (taper). To identify the level of testosterone and cortisol at rest and after exercise, 10 ml venous blood samples were collected before and immediately after exercise at the beginning of first week and at the end of fourth and fifth weeks. The hormonal assays were performed by using commercially available Enzyme Linked Immunosorbant Assay (ELISA) kits.

**Results:** No Significant difference was observed between concentration of serum testosterone, cortisol and testosterone to cortisol ratio in week one compare to week four. However, with reduction of training intensity at fifth week the concentration of testosterone significantly decreased ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** For the base of these results, suggest that changes in volume and intensity of interval training with pattern of karate style not affected anabolic-catabolic balances.

**Key words:** Testosterone, Cortisol, Interval training, Taper

---

\* E-mail: Ali.azarbayjani@gmail.com

