

Impact of the Tai Chi Training Participation History on Testosterone to Cortisol Ratio in Female Athletes

Dezhan M.¹ *MSc*, Shakeri N.* *PhD*, Abed Natanzy H.¹ *PhD*

*Exercise Physiology Department, Human Sciences Faculty, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

¹Exercise Physiology Department, Human Sciences Faculty, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Aims: The effects of Tai Chi exercises on the ratio of testosterone and cortisol are less clear, but available research evidences show that aerobic or endurance exercises (as Tai Chi is an aerobic exercise) can affect the ratio of these two hormones and the total amounts. The aim of this study was to investigate the effect of Tai Chi exercises on the amounts of testosterone and cortisol and also the ratio of serum testosterone to –cortisol in women.

Materials & Methods: In this quasi-experimental and sectional study in 2015, 42 Tai Chi women were purposefully selected from clubs in Tehran City, Iran, and were divided based on their experience into 3 groups (14 each); the first (6 to 12 months), the second (30 to 42 months) and the third (52 to 64 months). Venous blood samples were taken from all groups after 12 hours of overnight fasting to determine the levels of cortisol, testosterone and testosterone to cortisol ratio. Data were analyzed by SPSS 19 statistical software using non-parametric Kruskal-Wallis, ANOVA and Scheffe post hoc tests.

Findings: There were no significant differences among the three groups according to the mean of serum testosterone, cortisol and testosterone to cortisol ratio ($p>0.05$).

Conclusion: The history of exercise in Tai Chi women has no effect on the levels of testosterone and serum cortisol and also their ratio.

Keywords

Tai Chi [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68026302>];

Testosterone [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68013739>];

Cortisol [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68006854>]

* Corresponding Author

Tel: +98 (21) 44865179

Fax: +98 (21) 44865179

Address: Faculty of Human Sciences, Research Branch, Islamic Azad University, Hisarak Square, Poonak, Tehran, Iran
nsprofsport@gmail.com

Received: July 24, 2016

Accepted: February 27, 2017

ePublished: July 22, 2017

تاثیر زمان شرکت در تمرینات تای چی بر نسبت تستوسترون به کورتیزول در زنان ورزشکار

مهشید دژن MSc

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

نادر شاکری PhD*

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

حسین عابد نظری PhD

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

اهداف: در مورد اثر تمرینات تای چی بر نسبت هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول نتایج روشنی در دست نیست، اما سوابق پژوهشی موجود نشان می‌دهد که تمرینات هوازی یا استقامتی (با توجه به هوازی بودن تای چی) می‌تواند بر مقادیر تام و نسبت این دو هورمون اثرگذار باشند. هدف پژوهش حاضر، بررسی تاثیر فعالیت تای چی بر مقادیر تستوسترون، کورتیزول و همچنین نسبت تستوسترون به کورتیزول سرم زنان بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش نیمه‌تجربی و مقطعی در سال ۱۳۹۴، ۴۲ تای چی‌کای زن از باشگاه‌های شهر تهران به‌صورت هدفمند انتخاب شده و براساس میزان سابقه تمرینی به سه گروه ۴ نفره تقسیم شدند؛ اول (۶ تا ۱۲ ماه)، دوم (۳۰ تا ۴۲ ماه) و سوم (۵۲ تا ۶۴ ماه). از هر سه گروه به‌دنبال ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه، نمونه خون وریدی به‌منظور بررسی مقادیر کورتیزول، تستوسترون و نسبت تستوسترون به کورتیزول گرفته شد. داده‌ها توسط نرم‌افزار آماري SPSS 19 و با استفاده از آزمون ناپارامتری کروسکال‌والیس، آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه و آزمون تعقیبی شفه تجزیه و تحلیل شدند. یافته‌ها: میانگین مقادیر هورمون‌های تستوسترون سرم، کورتیزول و نیز نسبت تستوسترون به کورتیزول در بین سه گروه تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). نتیجه‌گیری: سابقه تمرینی زنان تای چی‌کا، تاثیری بر مقادیر هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول سرم و نسبت این دو ندارد. کلیدواژه‌ها: تای چی، تستوسترون، کورتیزول

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۰۱

*نویسنده مسئول: nsprofsport@gmail.com

مقدمه

فعالیت ورزشی به تنظیم و هماهنگی بسیاری از دستگاه‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی نیاز دارد که در این بین دستگاه غدد درون‌ریز در یکپارچگی و کنترل اعمال حیاتی بدن در حین ورزش و همچنین ثبات یا تعادل حیاتی نقش مهمی بر عهده دارد^[1]. پاسخ هورمون‌ها به تمرینات ورزشی به عوامل متعددی بستگی دارد که شدت تمرین، مدت تمرین، نوع تمرین، سطح آمادگی جسمانی فرد و توان عضلانی به‌کاررفته در فعالیت، ارتفاع و دمای محیطی از آن جمله است^[2].

یکی از شاخص‌های مهم نشان‌دهنده شدت یا سازگاری به تمرین، بررسی نسبت غلظت هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک است^[3]. مطالعات نشان داده‌اند که نسبت تستوسترون به کورتیزول عامل بسیار سودمند اولیه برای تعیین میزان تعادل یا احتمالاً عدم تعادل بین آنابولیسم و کاتابولیسم بافتی است^[4]. حتی عنوان شده که کاهش بیش از ۳۰٪ نسبت تستوسترون به کورتیزول می‌تواند به‌عنوان یکی از شاخص‌های ابتلا به سندروم بیش‌تمرینی در نظر گرفته شود^[5,6]. تستوسترون یک هورمون آنابولیک است که مراحل سنتز پروتئین را تحریک می‌کند و به‌عنوان یک هورمون نقش

فصل‌نامه علمی- پژوهشی افق دانش

کلیدی در رشد و نگهداری بافت‌های عضلانی دارد^[7,8]. کورتیزول نیز هورمون کاتابولیک است و در حقیقت مهم‌ترین هورمون مقابله‌کننده با استرس در بدن محسوب می‌شود. کورتیزول اثر کاتابولیک روی پروتئین‌های میوفیبریل دارد و سنتز پروتئین را مهار می‌کند^[1] و گزارش شده است که افزایش طولانی‌مدت در سطوح این هورمون می‌تواند باعث مشکلات ایمنولوژیک جدی شود^[9]. با این حال می‌بایست توجه داشت که مقادیر این هورمون‌ها و نسبت آنها با یکدیگر در هر نوع ورزشی همانند تای چی می‌تواند متفاوت باشد.

تای چی ورزش ذهنی- جسمی است که سالیان طولانی در شرق رواج داشته و امروزه محبوبیت آن در حال افزایش است. یکی از اهداف ورزش تای چی، افزایش تعادل بین قدرت و انعطاف‌پذیری و در نتیجه افزایش چگالی استخوان و همچنین درگیری بافت‌های نرم از جمله عضلات، تاندون‌ها، لیگامان‌ها و پوست است^[10]. به‌نظر می‌رسد تمامی موارد فوق به تغییرات هورمون‌های مختلف از جمله هورمون آنابولیک یا کاتابولیک وابسته است. هر چند تغییر در ترشح هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک ناشی از تمرین استقامتی تای چی به عوامل متنوعی از جمله طول دوره استراحت، شدت، حجم، نوع انقباض، سرعت حرکت و مدت آن وابسته است^[11, 12]. با این حال در مورد اثر تمرینات تای چی بر نسبت هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول نتایج روشنی در دست نیست. اما سوابق پژوهشی موجود نشان می‌دهد که تمرینات هوازی یا استقامتی (با توجه به هوازی بودن تای چی) می‌تواند بر مقادیر تام و نسبت این دو هورمون اثرگذار باشند.

میرغنی و همکاران در بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین استقامتی بر مقادیر و نسبت این هورمون‌ها در سربازان گزارش کردند که مقادیر تام کورتیزول تغییر معنی‌داری در ورزش هوازی نداشت، اما مقدار تستوسترون و نیز نسبت تستوسترون به کورتیزول کاهش یافت^[13]. *حجازی و عطارزاده* تاثیر ۱۴ هفته تمرین استقامتی را بر مقادیر این هورمون‌ها در دوندگان حرفه‌ای مورد بررسی قرار داده و کاهش میزان کورتیزول را گزارش کردند، اما تستوسترون و نسبت تستوسترون به کورتیزول افزایش داشت^[14]. *هیروتراکال* و همکاران نیز گزارش کردند که ۱۲ هفته تمرین استقامتی تاثیری بر مقادیر تستوسترون افراد کم‌تحرك ندارد^[15].

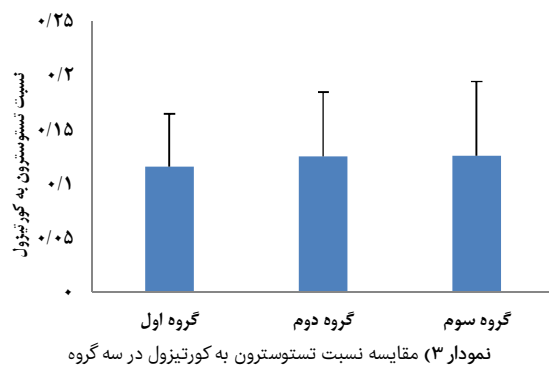
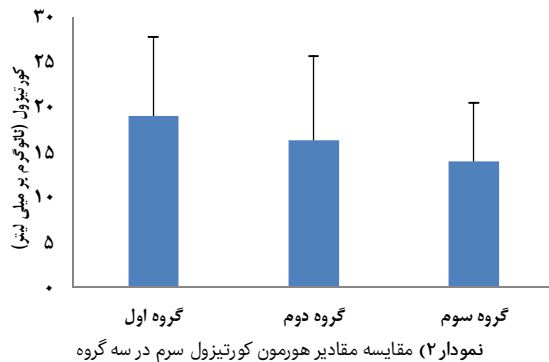
علی‌رغم نتایج تحقیقات فوق، به‌روشنی نمی‌توان این یافته‌ها را با اطمینان به ورزشکاران تای چی‌کار نسبت داد. از سوی دیگر جنسیت نیز عامل مهمی است و مطالعات مختلف نشان‌دهنده تفاوت زنان و مردان از نظر مقادیر تستوسترون و کورتیزول و نسبت آنهاست^[16] و احتمالاً زنان ورزشکار دارای مقادیر متفاوت این هورمون‌ها در مقایسه با گروه‌های کم‌تحرك هستند^[17]. لذا میزان سابقه فعالیت بدنی و ورزشی یک فرد عامل مهم دیگری است که مقادیر این هورمون‌ها و نسبت آنها را می‌تواند تحت تاثیر قرار دهد که سوابق پژوهشی روشنی در این زمینه در دست نیست.

بنابراین هدف تحقیق حاضر، بررسی تاثیر سابقه فعالیت زنان در رشته تای چی بر مقادیر تستوسترون، کورتیزول و همچنین نسبت تستوسترون به کورتیزول سرم بود.

ابزار و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و مقطعی است که در سال ۱۳۹۴ در بین زنان تای چی باشگاه‌های زیتون، افق، نسیمه، قلهک، مسجدالنبی و پارسیان شهر تهران انجام شد. بعد از فراخوانی که برای شرکت در پژوهش به‌عمل آمد، ابتدا ۶۰ هنرجوی زن از بین ۸۰

تأثیر زمان شرکت در تمرینات تای چی بر نسبت تستوسترون به کورتیزول در زنان ورزشکار ۱۸۳ میانگین مقادیر هورمون‌های تستوسترون سرم ($P=0/092$)، کورتیزول ($P=0/302$) و نیز نسبت تستوسترون به کورتیزول ($P=0/897$) در بین سه گروه تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین گروه سوم دارای کمترین مقدار تستوسترون و کورتیزول و بیشترین نسبت تستوسترون به کورتیزول بود که از نظر آماری معنی‌دار نبود (نمودارهای ۲، ۳ و ۴).



بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که سابقه تمرینی زنان تای‌چی‌کار بر مقادیر تستوسترون سرم تأثیر ندارد. هر چند تحقیق مشابه یا متناقض در این زمینه بسیار کم است، اما بوسکو و همکاران در تحقیقی ارتباط بین سطح آمادگی جسمانی و مقادیر تستوسترون را در بازیکنان فوتبال آمریکایی مورد بررسی قرار داده و نشان دادند بازیکنانی که توان بی‌هوایی و نیز مقدار تارهای عضلانی تندانقباض بیشتری دارند، از مقادیر بالای تستوسترون و مقادیر کم کورتیزول برخوردار هستند^[18]. با این حال با توجه به هوایی بودن محتوای تمرینات و اجراهای تای‌چی، مقادیر تستوسترون در بازیکنان این رشته می‌تواند به شکل متفاوتی دستخوش تغییرات شود. در همین زمینه هیروتر/کال و همکاران تأثیر ۱۲ هفته ورزش هوایی را بر مقادیر تستوسترون افراد کم‌تحرک مورد بررسی قرار داده و کاهش غیرمعنی‌دار این هورمون را نشان دادند^[15]. ولی جونگ و همکاران به یافته‌ای متناقض با تحقیق حاضر دست یافتند. آنها گزارش کردند که ۱۲ هفته تمرین تای‌چی باعث افزایش معنی‌دار مقدار تستوسترون سرم در مردان سالمند مبتلا به پرفشاری خون می‌شود^[19]. به نظر می‌رسد سن آزمودنی‌ها و همچنین بیماری آنها از عوامل موثر بر این یافته‌های متناقض است.

بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد که مقدار تستوسترون در زمان استراحت، در زنان به‌طور معمول پایین است و برخی از مطالعات طولی گزارش کرده‌اند که این مقدار می‌تواند در اثر تمرینات

نفر از افراد داوطلب انتخاب شدند و پس از اندازه‌گیری ویژگی‌های آنتروپومتریک، فیزیولوژیک و همچنین بررسی سابقه حضور در تمرین تای‌چی، تعداد ۴۲ نفر به‌صورت هدفمند انتخاب شده و مورد مطالعه قرار گرفتند.

آزمودنی‌ها براساس میزان سابقه تمرینی به سه گروه ۱۴ نفره: اول (۶ تا ۱۲ ماه)، دوم (۳۰ تا ۴۲ ماه) و سوم (۵۲ تا ۶۴ ماه) تقسیم شدند. از هر سه گروه به‌دنبال ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه، در شرایط برابر از نظر زمان، مکان، نور و رطوبت مناسب در آزمایشگاه و توسط کارشناس مجرب در حالت نشسته از ورید براکیال دست راست، مقدار ۵ سی‌سی خون به‌منظور بررسی مقادیر کورتیزول، تستوسترون و نسبت تستوسترون به کورتیزول گرفته شد. غلظت کورتیزول (IBL International؛ آلمان) و تستوسترون سرم (Diaplus؛ ایالات متحده) با روش اینترا اسی و با استفاده از کیت الایزا تعیین شد. کلیه عملیات سنجش میزان هورمون‌های کورتیزول و تستوسترون در آزمایشگاه پژوهشکده غدد و متابولیسم دانشگاه شهید بهشتی صورت گرفت. لازم به توضیح است که نمونه‌های خونی در زمانی که زنان در دوره قاعدگی قرار نداشتند، اخذ شد (هورمون‌های استروژن و پروژسترون در دوره ۲۸ روز ماهیانه مورد مطالعه و متغیر ما در پژوهش نبودند).

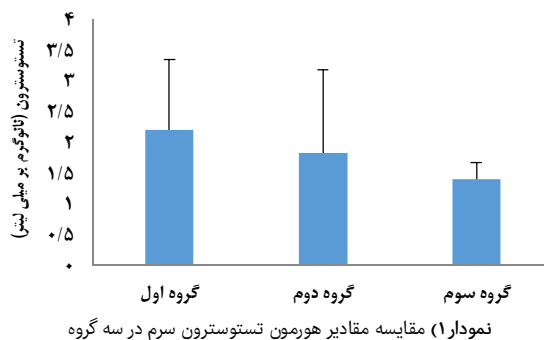
تمامی تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 19 انجام گرفت. ابتدا از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد که با توجه به عدم توزیع نرمال مقادیر تستوسترون در سه گروه، آزمون ناپارامتری کروسکال‌والیس برای مقایسه مقادیر تستوسترون بین سه گروه مورد استفاده قرار گرفت. اما با توجه به طبیعی بودن توزیع مقادیر کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول، از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه و آزمون تعقیبی شفه برای تعیین اختلاف این متغیرها در بین سه گروه استفاده شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های آنتروپومتریک گروه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱) میانگین آماری ویژگی‌های آنتروپومتریک در سه گروه (هر گروه ۱۴ نفر)

گروه اول	گروه دوم	گروه سوم	
سن (سال)	31/16 ± 6/43	34/87 ± 6/76	38/27 ± 5/71
قد (سانتی‌متر)	166/08 ± 8/16	163/05 ± 4/94	161/87 ± 5/77
وزن (کیلوگرم)	59/83 ± 8/07	61/67 ± 10/93	62/67 ± 7/97
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	21/83 ± 3/65	23/72 ± 3/75	23/93 ± 3/91



یکی از محدودیت‌های ما در این پژوهش عدم کنترل هورمون‌های استروژن و پروژسترون بود که می‌توانست روی مطالعه ما تاثیرگذار باشد. همچنین در تحقیق حاضر گروه کنترل در نظر گرفته نشده است که پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی این موارد مورد توجه محققان قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

میزان سابقه تمرینی زنان تای‌چی، تاثیر معنی‌داری بر مقادیر هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول سرم و نسبت این دو ندارد.

تشکر و قدردانی: در پایان نویسندگان این مقاله مراتب تشکر و سپاس خویش از مربیان و استادان تای‌چی و همچنین از بانوان شرکت‌کننده در این پژوهش را اعلام می‌دارند.

تاییدیه اخلاقی: این مقاله به کد IR.IAU.SRB.REC.1395.32 در کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی تایید شده است.

تعارض منافع: نویسندگان در جریان انتشار این مقاله هیچ گونه تعارض منافی که ممکن است به‌طور ناعادلانه بر تصمیم‌گیری آنها در جهت چاپ یک مقاله تاثیرگذار باشد را نداشته‌اند.

سهم نویسندگان: مهشید دژن (نویسنده اول)، پژوهشگر کمی (۴۲٪)؛ نادر شاکری (نویسنده دوم)، پژوهشگر اصلی/نگارنده مقدمه و بحث/تحلیل داده‌ها (۵۰٪)؛ حسین عابد نظنزی (نویسنده سوم)، روش‌شناس (۸٪)

منابع مالی: این مقاله حاصل پایان‌نامه تحت عنوان "بررسی تاثیر زمان‌های متفاوت شرکت در تمرینات تای‌چی بر نسبت تستوسترون به کورتیزول زنان ورزشکار" در مقطع کارشناسی‌ارشد سال ۱۳۹۴ است که با حمایت مالی واحد علوم تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران اجرا شده است.

منابع

- 1- Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med*. 2005;35(4):339-61.
- 2- Bouchard C. Molecular and cellular regulation of adaptation to exercise. 1st edition. Cambridge, Massachusetts: Academic Press; 2015.
- 3- Meckel Y, Eliakim A, Seraev M, Zaldivar F, Cooper DM, Sagiv M, et al. The effect of a brief sprint interval exercise on growth factors and inflammatory mediators. *J Strength Cond Res*. 2009;23(1):225-30.
- 4- Kostka T, Patricot MC, Mathian B, Lacour JR, Bonnefoy M. Anabolic and catabolic hormonal responses to experimental two-set low-volume resistance exercise in sedentary and active elderly people. *Aging Clin Exp Res*. 2003;15(2):123-30.
- 5- Lac G, Passelergue P, Robert A, Rouillion, Sesboue B. Influence du type de pratique sportive sur les taux de testosterone. *Sci Sports*. 1995;10(3):157-8.
- 6- Pruessner M1, Hellhammer DH, Pruessner JC, Lupien SJ. Self-reported depressive symptoms and stress levels in healthy young men: Associations with the cortisol response to awakening. *Psychosom Med*. 2003;65(1):92-9.
- 7- Alves RN, Costa LO, Samulski DM. Monitoring and preventing of overtraining in athletes. *Rev Bras Med Esporte*. 2006;12(5):262e-6.
- 8- Kraemer WJ. A series of studies- the physiological basis for strength training in American football: Fact

استقامتی در حد بیشتری نیز کاهش یابد. هر چند یافته‌های مشابهی در مردان نیز به‌دست آمده است^[20, 21]، اما مقدار اطلاعات موجود در مورد زنان بسیار کمتر از مردان است. در همین زمینه کیزر و همکاران نشان دادند که مقدار تستوسترون در زنان بعد از ۳ ماه ورزش استقامتی کاهش پیدا کرد، اما این کاهش صرفاً در فاز لوتال چرخه قاعدگی مشاهده شد^[22]. /ورهایسن و همکاران نیز کاهش مقدار تستوسترون را در اثر تمرین استقامتی گزارش کردند^[23]. این نتایج با مطالعات مقطعی نیز مورد تایید قرار گرفت، به‌طوری که این مطالعات نشان می‌دهند افراد ورزشکار (استقامتی‌کار) از مقدار کمتر تستوسترون حتی در مقایسه با افراد کم‌تحرك برخوردار هستند^[24]. هر چند مطالعاتی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد تمرین استقامتی بر مقادیر تستوسترون زنان تاثیر معنی‌داری ندارد^[25, 26] یا بین گروه کنترل و زنان تمرین‌کرده تفاوت معنی‌داری از این نظر وجود ندارد^[27]، ولی کره‌نیوهل و همکاران گزارش کردند علی‌رغم عدم تاثیر معنی‌دار تمرین استقامتی بر مقدار تستوسترون زنان، بهبود توان هوازی به مقدار تستوسترون قبل از تمرین بستگی دارد. آنها پیشنهاد کردند که مقدار پایه تستوسترون نقش مهمی در مقدار تمرین‌پذیری زنان دارد^[28].

در مورد مکانیسم‌های کاهش یا عدم تغییر معنی‌دار تستوسترون در زنان در اثر تمرین استقامتی می‌توان به دلایل مختلف و متعددی اشاره کرد، اما مهم‌ترین عامل در این فرآیند را می‌توان کاهش وزن محسوب کرد. بافت چربی منبع مهمی برای آندروژن‌هاست^[29]، لذا کاهش در مقدار چربی‌ها می‌تواند از جمله عوامل کاهش تستوسترون باشد، هر چند تغییرات در فعالیت آروماتاز در سلول‌های چربی نیز عامل مهمی در این زمینه است^[29]. احتمالاً این تغییرات در سلول‌های چربی بر نسبت تستوسترون به کورتیزول نیز موثر است.

یافته‌های ما نشان داد که تفاوت معنی‌دار بین سه گروه از نظر نسبت تستوسترون به کورتیزول وجود ندارد و صرفاً گروهی که دارای بیشترین سابقه فعالیت تای‌چی بودند به‌صورت غیرمعنی‌داری از مقدار بالای نسبت این دو هورمون نیز برخوردار بودند. احتمالاً دلیل این فرآیند در گروه سوم را می‌توان مقدار کمتر کورتیزول در مقایسه با گروه‌های دیگر عنوان کرد.

علی‌رغم اینکه تحقیقات همسو و ناهمسوایی که در ارتباط با ورزشکاران تای‌چی‌کار و کورتیزول انجام شده باشد یافت نشد، اما یافته‌های لی و همکاران در بیماران مبتلا به پرفشاری خون نشان داد که ۶ هفته تمرین تای‌چی تاثیر معنی‌داری بر کورتیزول سرم ندارد^[30]. سایر مطالعات نیز گزارش کرده‌اند که تغییر اندکی در مقدار کورتیزول در اثر تمرینات هوازی در زنان به‌وجود می‌آید^[23, 31, 32]. کورتیزول هورمون استرسی است که سطوح افزایش‌یافته آن می‌تواند نشان‌دهنده بیش‌تمرینی نیز باشد^[33]. هر چند هوپر و همکاران تغییر معنی‌داری در مقدار کورتیزول در اثر ۶ ماه شنا در زنان حتی در کسانی که علایم بیش‌تمرینی داشتند، گزارش نکردند^[34]، اما تلگمن و همکاران در یافته‌ای متناقض نشان دادند که زنان ورزشکار در مقایسه با گروه کنترل از مقدار بیشتر کورتیزول سرم برخوردار هستند^[27]. با وجود اینکه مکانیسم روشنی مبنی بر عدم تغییر معنی‌دار کورتیزول در اثر سوابق مختلف شرکت در تمرینات تای‌چی نمی‌توان ارایه کرد، اما به‌نظر می‌رسد تمرین تای‌چی در طولانی‌مدت از طریق کاهش غیرمعنی‌دار کورتیزول می‌تواند در بهبود ایمنی بدن نیز موثر باشد.

تأثیر زمان شرکت در تمرینات تای چی بر نسبت تستوسترون به کورتیزول در زنان ورزشکار ۱۸۵

swimming training in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1996;73(1-2):61-5.

22- Keizer H, Kuipers H, De Haan J, Janssen G, Beckers E, Habets L, et al. Effect of a 3-month endurance training program on metabolic and multiple hormonal responses to exercise. *Int J Sports Med*. 1987;8(Suppl 3):154-60.

23- Urhausen A, Kullmer T, Kindermann W. A 7-week follow-up study of the behaviour of testosterone and cortisol during the competition period in rowers. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1987;56(5):528-33.

24- Filaire E, Lac G. Dehydroepiandrosterone (DHEA) rather than testosterone shows saliva androgen responses to exercise in elite female handball players. *Int J Sports Med*. 2000;21(1):17-20.

25- Boyden T, Pamenter R, Stanforth P, Rotkis T, Wilmore J. Sex steroids and endurance running in women. *Fertil Steril*. 1983;39(5):629-32.

26- Tsai L, Johansson C, Pousette A, Tegelman R, Carlström K, Hemmingsson P. Cortisol and androgen concentrations in female and male elite endurance athletes in relation to physical activity. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1991;63(3-4):308-11.

27- Tegelman R, Johansson C, Hemmingsson P, Eklöf R, Carlström K, Pousette A. Endogenous anabolic and catabolic steroid hormones in male and female athletes during off season. *Int J Sports Med*. 1990;11(2):103-6.

28- Krahenbuhl GS, Archer PA, Pettit LL. Serum testosterone and adult female trainability. *J Sport Med Phys Fitness*. 1978;18(4):359-64.

29- Puche C, José M, Cabero A, Meseguer A. Expression and enzymatic activity of the P450c17 gene in human adipose tissue. *Eur J Endocrinol*. 2002;146(2):223-9.

30- Lee EN. The effects of tai chi exercise program on blood pressure, total cholesterol and cortisol level in patients with essential hypertension. *Taehan Kanho Hakhoe Chi*. 2004;34(5):829-37. [Korean]

31- Filaire E, Duché P, Lac G. Effects of amount of training on the saliva concentrations of cortisol, dehydroepiandrosterone and on the dehydroepiandrosterone: cortisol concentration ratio in women over 16 weeks of training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1998;78(5):466-71.

32- Kiilavuori K, Näveri H, Leinonen H, Härkönen M. The effect of physical training on hormonal status and exertional hormonal response in patients with chronic congestive heart failure. *Eur Heart J*. 1999;20(6):456-64.

33- Consitt LA, Copeland JL, Tremblay MS. Endogenous anabolic hormone responses to endurance versus resistance exercise and training in women. *Sports Med*. 2002;32(1):1-22.

34- Hooper SL, Mackinnon LT, Gordon RD, Bachmann AW. Hormonal responses of elite swimmers to overtraining. *Med Sci Sports Exerc*. 1993;25(6):741-7.

over philosophy. *J Strength Cond Res*. 1997;11(3):131-42.

9- Checkley S. The neuroendocrinology of depression and chronic stress. *Br Med Bull*. 1996;52(3):597-617.

10- Hong Y, Li JX, Robinson P. Balance control, flexibility, and cardiorespiratory fitness among older Tai Chi practitioners. *Br J Sports Med*. 2000;34(1):29-34.

11- Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports Med*. 2005;35(10):841-51.

12- Martínez AC, Calvo JS, Mari JAT, Inchaurregui LCA, Orella EE, Biescas AP. Testosterone and cortisol changes in professional basketball players through a season competition. *J Strength Cond Res*. 2010;24(4):1102-8.

13- Mirghani SJ, Aghaalizhad H, Arshadi S, Ayaz A, Fakourian A. Effect eight weeks strength, endurance and concurrent training on blood serum cortisol/testosterone ratio and muscular fitness in soldiers wrestler. *J Army Univ*. 2013;11(2):211-8. [Persian]

14- Hejazi K, Attarzade Hosseini SR. Influence of selected exercise on serum immunoglobulin, testosterone and cortisol in semi-endurance elite runners. *Asian J Sports Med*. 2012;3(3):185-92.

15- Hiruntrakul A, Nanagara R, Emasithi A, Borer KT. Effect of endurance exercise on resting testosterone levels in sedentary subjects. *Cent Eur J Public Health*. 2010;18(3):169-72.

16- Morales AJ, Haubrich RH, Hwang JY, Asakura H, Yen SS. The effect of six months treatment with a 100 mg daily dose of dehydroepiandrosterone (DHEA) on circulating sex steroids, body composition and muscle strength in age-advanced men and women. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 1998;49(4):421-32.

17- Majumdar P, Srividhya S, Mandal M, Kalinski M. Response of selected hormonal markers during training cycles on Indian female swimmers. *Biol Sport*. 2010;27(1):53-7.

18- Bosco C, Tihanyit J, Viru A. Relationships between field fitness test and basal serum testosterone and cortisol levels in soccer players. *Clin Physiol*. 1996;16(3):317-22.

19- Jung S, Lee EN, Lee SR, Kim MS, Lee MS. Tai chi for lower urinary tract symptoms and quality of life in elderly patients with benign prostate hypertrophy: A randomized controlled trial. *Evid Based Complement Altern Med*. 2012;2012:624692.

20- Gullede TP, Hackney AC. Reproducibility of low resting testosterone concentrations in endurance trained men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1996;73(6):582-3.

21- Tyndall GL, Kobe RW, Houmard JA. Cortisol, testosterone, and insulin action during intense