

Effect of Ranger Training Course on Testosterone and LH/FSH Concentrations

Bararpour E.* *MSc*, Mirzaei S.¹ *MSc*, Chale Chale M.¹ *PhD*

*Department of Physiology & Sport Biomechanics, Physical Education & Sports Sciences Faculty, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

¹Department of Sport Physiology, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Aims: High degree of physical readiness is essential for officers. This study examined the effect of 8-week Ranger training course on physical readiness and Testosterone and LH/FSH concentrations.

Materials & Methods: This semi-experimental study with pre- and post-test design and control group was performed in Imam Ali University cadets of second year in 2015. Using available sampling method, 24 samples were selected and divided into two groups of test (n=12) and control (n=12). To evaluate physical readiness data was collected using, sit and reach, 20m sprint, 4x9 Agility and Sargent jump tests. The measurement of hormones was done using conventional blood tests. Data was analyzed by SPSS 21 using independent t-test.

Findings: During the 8-week Ranger training course, the testosterone concentration decreased by 61.25% (p=0.001). Increasing anaerobic power of subjects after training was significant too (t=2.14; p=0.044); However, no significant effect was observed in LH/FSH and speed, agility and flexibility of subjects (p>0.05).

Conclusion: The Ranger training course is effective in testosterone concentration reduction and increasing anaerobic power in soldiers.

Keywords

Exercise [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68015444>];

Soldiers [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68008889>];

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

LH-FSH Releasing Hormone [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68007987>];

Physical Fitness [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68010809>]

*Corresponding Author

Tel: +98 (11) 35303560

Fax: +98 (11) 35334253

Post Address: Mazandaran University, Pasdaran Street, Babolsar, Mazandaran, Iran

eb.physio61@hotmail.com

Received: June 27, 2017

Accepted: December 30, 2018

ePublished: April 25, 2018

اثربخشی دوره آموزش تکاور بر آمادگی بدنی، غلظت هورمون تستوسترون و نسبت LH بر FSH

ابراهیم برارپور* MSc

گروه فیزیولوژی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی،
دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

سعید میرزایی MSc

گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

میثم چاله‌چاله PhD

گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

اهداف: سطوح بالای آمادگی جسمانی برای افسران، امری ضروری محسوب می‌شود. این مطالعه میزان اثربخشی یک دوره ۸ هفته‌ای آموزش تکاور بر آمادگی جسمانی و غلظت هورمون تستوسترون و نسبت هورمون لوئینه‌کننده به هورمون محرکه فولیکولی را بررسی کرد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل در کلیه دانشجویان سال دوم دانشگاه افسری امام علی^(ع) در سال ۱۳۹۴ انجام شد. با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس ۲۴ نمونه انتخاب و به‌صورت تصادفی در ۲ گروه ۱۲ نفره آزمایش و کنترل قرار داده شدند. به منظور گردآوری داده‌ها در سنجش میزان آمادگی بدنی از آزمون‌های نشستن و رسیدن، ۲۰ متر سرعت، چابکی‌سنج ۴ در ۹ متر و پرش سارجنت استفاده شد. اندازه‌گیری هورمون‌های موردنظر نیز با استفاده از آزمایش خون مرسوم انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون t مستقل در قالب نرم‌افزار SPSS 21 انجام شد.

یافته‌ها: طی دوره ۸ هفته‌ای آموزش تکاور، غلظت هورمون تستوسترون ۶۱/۲۵٪ کاهش یافت ($P=1/001$). افزایش توان بی‌هوازی آزمون‌ها پس از دوره آموزش نیز معنادار بود ($t=2/14$; $P=1/044$)؛ اگرچه در نسبت هورمون لوئینه‌کننده به محرکه فولیکولی و همچنین در شاخص‌های سرعت، چابکی و انعطاف‌پذیری آزمون‌ها، اثرگذاری معناداری مشاهده نشد ($P>1/05$).
نتیجه‌گیری: دوره آموزش تکاور بر کاهش هورمون تستوسترون و افزایش توان بی‌هوازی سربازان مؤثر است.

کلیدواژه‌ها: تمرین، سربازان، تستوسترون، هورمون آزادکننده LH/FSH، آمادگی جسمانی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۰۹

*نویسنده مسئول: eb.physio61@hotmail.com

مقدمه

سطوح بالای آمادگی بدنی برای افسران، امری ضروری محسوب می‌شود. تمرینات مقاومتی، دویدن، تمرینات سبک و غیره، از یک شخص به شخصی دیگر متفاوت است و این‌گونه فعالیت‌ها بایستی بخشی از برنامه تمرینی هر فرد در ارتش را تشکیل دهد^[1]. سربازان با ورود به دوره خدمت نظامی در نتیجه قرارگرفتن در یک محیط کاملاً ناآشنا و تغییر در شرایط کاری خود، تا حد زیادی در معرض عوامل استرس‌زا هستند. هدف از تمرینات بدنی، در دوره تمرینات پایه نظامی، افزایش آمادگی جسمانی سربازان (هوازی و عضلانی) به منظور آمادگی برای وظایف نظامی مورد نیاز است. اگر تمرینات بدنی دوره خدمت بیش از سطح تمرینات قبلی افراد باشد، می‌تواند به سندروم بیش‌تمرینی (تمرین‌زدگی) در محیط نظامی منجر شود و به افزایش عوامل استرس‌زا کمک کند^[2,3].

فعالیت بدنی سربازان در حفظ استقامت و آمادگی بدنی آنها بسیار حائز اهمیت است. پایه و اساس کار نظامی در آینده و تحقق وظایف نظامی، توانایی بقا در مقابل دشمن است^[4]. نتایج اجرای برنامه تمرینات ۸ هفته‌ای (قدرت ایزومتریک، پرش عمودی و

آزمون وینگیت) توسط چیچرو و همکاران در نیروهای ویژه نظامی اسپانیا نشان داده که چنین تمریناتی منجر به ایجاد وضعیت بیش‌تمرینی و کاهش عملکرد افراد شده است^[5]. اجرای برنامه تمرینات تکاور ۸ هفته‌ای در مطالعه برک و دایر، تغییرات مثبت معناداری در قدرت و استقامت قلبی‌عروقی، شنای سوندی و همچنین تغییرات منفی معناداری در آزمون کشش بارفیکس ایجاد کرده است^[6]. برخی از مطالعات تأیید کرده‌اند که اختلاف آماری معناداری در کاهش عملکرد بدنی سربازان در وظایف خاص (مانند مانع چندضلعی، دویدن در سر بالایی، پرتاب نارنجک، تیراندازی، بلندکردن، حمل‌کردن و دویدن یک مایل و ۳۰۰ یاردی) به عنوان پیامدی برای کاهش جذب انرژی، وجود ندارد^[7]. پمپریک در مطالعه‌ای میزان درگیری هر یک از اجزای آمادگی بدنی (هوازی، بی‌هوازی، استقامت عضلانی، قدرت، سرعت، هماهنگی و انعطاف‌پذیری) در وظایف طاقت‌فرسایی که توسط تکاوران در جنگ حمل می‌شوند را تعیین کرده است. نتایج نشان داده‌اند که هنگ تکاور به‌طور عمده دارای استاندارد بالایی از توانایی‌های آمادگی بدنی و برنامه‌های آمادگی بدنی متمرکز در استقامت هوازی هستند^[8]. باویل و همکاران بیان کرده‌اند که نیروهای عملیات ویژه یک جمعیت نظامی، منحصر به فرد هستند و رفتاری مشابه با ورزشکاران رقابتی، به‌خصوص در سطح تمرینات آمادگی بدنی و استرس بدنی نشان می‌دهند^[9].

از طرف دیگر در دسترس بودن نشانگرهای زیستی حساس به فشار تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی، ابزار فوق‌العاده‌ای برای پایش آمادگی سرباز و همچنین ارزیابی اثربخشی مداخله و راهبردهای بازیافت است. یکی از عوامل اساسی در ارتباط با کمبود انرژی طولانی‌مدت همراه با محدودیت انرژی بر عملکرد بدنی، ازدست‌دادن توده بدون چربی است. کاتابولیسم مشاهده‌شده در هنگام کاهش شدید وزن تا حدی از طریق تغییر در هورمون‌های درون‌زای سوماتوتروپیک گردش خون تنظیم می‌شود. برای مثال، کاهش گردش خونی هورمون‌های آنابولیک (برای مثال، تستوسترون) همراه با ازدست‌دادن توده بدون چربی و توده چربی کل بدن پس از دوره‌های آموزش تکاور ایالات متحده و نروژ مشاهده شده است^[10].

تستوسترون (TES) یک هورمون استروئید رشددهنده و سازنده (آنابولیک) است که از سلول‌های میان‌بافتی لیدینگ بیضه ترشح می‌شود و سنتز پروتئین را تحریک می‌کند. این هورمون سبب هایپرتروفی عضلانی و افزایش قدرت و تنوس عضلانی می‌شود و یکی از هورمون‌های مهم در فعالیت‌های بدنی به حساب می‌آید^[11]. پاسخ تستوسترون به تغییرات تمرین یکسان نبوده و تناقض‌های بسیاری در این خصوص وجود دارد. کاهش تستوسترون بعد از تمرین سیستمیک^[12]، کاهش غیرمعنادار در فصل ورزش در دوچرخه‌سواران^[13] و افزایش بعد از ۲ سال تمرین در مردان زیبایی‌اندام‌کار^[14]، گزارش شده است. همچنین تحقیقات متعددی افزایش مقدار تستوسترون سرم را متعاقب تمرینات قدرتی گزارش نموده‌اند^[15,16]. با این‌که مطالعات زیادی درخصوص اثر تغییرات شدت تمرین بر پاسخ هورمون‌ها انجام شده، به دلیل تفاوت‌های روش کار (شدت، مدت نوع برنامه تمرینی افراد مورد مطالعه) نتایج موجود متناقض است. تستوسترون یکی از شاخصه‌های مهم هورمونی در تعیین فشار فیزیولوژیکی ناشی از تمرین است^[17]. کاهش غلظت تستوسترون نشانه افزایش روندهای کاتابولیکی بیان شده است. اگر این میزان کاهش بیش از ۳۰٪ باشد، یکی از نشانه‌های مهم ابتلاء به سندرم تمرین‌زدگی

یافته‌ها

میانگین سنی گروه آزمایش و کنترل به ترتیب ۲۰/۵۰±۰/۹۰ سال و ۲۱/۴۱±۱/۲۴ سال و میانگین قد آنها ۱۷۶/۸۳±۵/۱۸ سانتی‌متر و ۱۷۵/۵۵±۵/۲۸ سانتی‌متر بود. میانگین وزن گروه آزمایش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به ترتیب ۶۷/۹۸±۵/۳۷ کیلوگرم و ۶۷/۷۶±۵/۲۱ کیلوگرم و در گروه کنترل به ترتیب ۶۷/۵۴±۷/۲۱ کیلوگرم و ۶۷/۴۲±۷/۲۹ کیلوگرم گزارش شد. طی دوره آموزش ۸ هفته‌ای غلظت هورمون تستوسترون آزمودنی‌ها ۱۱/۲۵٪ کاهش یافت (p=۰/۰۰۱). اما تأثیر این دوره بر میزان هورمون LH نسبت به FSH معنادار نبود (p>۰/۰۰۵؛ جدول ۱).

جدول ۱) مقادیر هورمون‌های تستوسترون، LH و FSH گروه‌های آزمایش و کنترل در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

هورمون	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	t	معناداری
تستوسترون	آزمایش	۷/۰۷	۲/۷۴	۳/۸۹۱	۰/۰۰۱
	کنترل	۹/۵۵	۳/۰۳		
LH	آزمایش	۳/۵۰	۲/۵۷	۲/۳۸۱	۰/۱۱۲
	کنترل	۵/۱۸	۱/۹۰		
FSH	آزمایش	۲/۴۱	۱/۰۹	۰/۱۰۴	۰/۹۱۸
	کنترل	۲/۰۱	۰/۶۶		

علاوه بر این، نتایج نشان داد که ۸ هفته دوره آموزش تکاور بر افزایش توان بی‌هوازی آزمودنی‌ها تأثیر معناداری داشت (t=۲/۱۴؛ p=۰/۰۴۴). اما اثرگذاری این دوره آموزشی بر میزان سرعت، چابکی و انعطاف‌پذیری آنها معنادار نبود (p>۰/۰۰۵؛ جدول ۲).

جدول ۲) تأثیر برنامه آموزشی دوره تکاور بر توان بی‌هوازی، سرعت، چابکی و انعطاف‌پذیری آزمودنی‌ها

شاخص آماری	گروه	میانگین	t	معناداری
توان بی‌هوازی	آزمایش	۷۵/۹۰±۹/۷۳	۲/۱۴	۰/۰۴۴
	کنترل	۶۷/۲۹±۱۰/۰۹		
سرعت	آزمایش	۳/۳۰±۰/۴۲	-۰/۸۵۹	۰/۳۹۹
	کنترل	۳/۳۰±۰/۲۳		
چابکی	آزمایش	۱۰/۰۰±۱/۱۷	۰/۷۶۰	۰/۴۵۵
	کنترل	۹/۷۱±۰/۵۷		
انعطاف‌پذیری	آزمایش	۳۲/۰۶±۴/۸۳	۰/۴۳۸	۰/۶۶۶
	کنترل	۳۱/۱۲±۵/۶۵		

بحث

هدف از این پژوهش بررسی میزان اثربخشی یک دوره برنامه آموزش تکاور بر آمادگی بدنی، سطوح هورمون‌های تستوسترون و نسبت هورمون LH به FSH در دانشجویان دانشگاه افسری امام علی^(ع) بود. نتایج این پژوهش رابطه معناداری میان فعالیت ورزشی و تغییرات فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها نشان داد. میان تغییرات نسبت غلظت هورمون LH بر FSH و دوره آموزش تکاور رابطه معناداری مشاهده نشد اما کاهش غلظت تستوسترون پس از این دوره چشمگیر و معنادار بود. غلظت تستوسترون در طول دوره مطالعه تقریباً معادل میزان هورمون مردان مبتلا به هیپوگنادیسم ثانویه شد. این یافته‌ها با شدت کمبود انرژی بسیار مرتبط است و به واسطه پیتیدهای سیگنال‌دهنده هیپوفیز-هیپوتالاموس تعدیل می‌شوند. نتایج تحقیق حاضر با نتایج نیندل و همکاران و همچنین فریدل و همکاران، در رابطه با نیروهای تکاور نروژی و آمریکایی، همخوان است [19, 20]. به نظر می‌رسد، کاهش هورمون رشد (سوماتوتروپین) در هنگام محدودیت انرژی به از دست دادن توده

بوده و مبین این نکته است که دوره ریکاوری پس از تمرین به‌صورت کامل انجام نشده است [18]. تستوسترون نقش مهمی در ایجاد خستگی حین ورزش دارد. به‌طور کلی تمرینات تا سرحد خستگی می‌تواند باعث افزایش آزادسازی تستوسترون و درنهایت بروز خستگی شود. محققان نشان داده‌اند کاهش تستوسترون در تمرینات نظامی به دلیل کاهش ترشح هورمون لوتئینه‌کننده (LH) نسبت به هورمون محرکه فولیکولی (FSH) است. کاهش ترشح محرک هورمون آزادکننده گنادوتروپین (GnRH) در هیپوتالاموس در طول دوره، منجر به افزایش حساسیت تولید هورمون LH نسبت به FSH و در نتیجه تحریک هورمون آزادکننده گنادوتروپین می‌شود [10].

ویژگی‌هایی همچون عملکرد بدنی، چابکی و سرعت در گروه‌های ویژه‌ای در ارتش بسیار مهم هستند. نیروهای تکاور یکی از نخبه‌ترین واحدهای نیروهای مسلح و همچنین یکی از واحدهای نیروهای ویژه آموزش‌دیده و مجهز در ارتش به‌شمار می‌آیند. با توجه به پژوهش‌های اندک انجام‌شده، به نظر می‌رسد پارامترهای فیزیولوژیکی بسیاری با آمادگی بدنی افسران نظامی ارتباط دارند به‌طوری که توان آنها را افزایش داده و بهبود از استرس را تسریع می‌نمایند. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثربخشی یک دوره برنامه آموزش تکاور بر آمادگی بدنی و سطوح هورمون‌های تستوسترون و نسبت LH به FSH در دانشجویان دانشگاه افسری امام علی^(ع) بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل در کلیه دانشجویان سال دوم دانشگاه افسری امام علی^(ع) در سال ۱۳۹۴ انجام شد. با توجه به این‌که تعداد افراد داوطلب و در دسترس ۲۵ نفر بودند، بر اساس جدول مورگان ۲۴ نمونه انتخاب و به‌صورت تصادفی در ۲ گروه ۱۲ نفره آزمایش و کنترل قرار گرفتند. به منظور گردآوری داده‌ها در سنجش میزان آمادگی بدنی از آزمون‌های نشستن و رسیدن، ۲۰ متر سرعت، چابکی سنج ۴ در ۹ متر و پرش سارجنت استفاده شد. اندازه‌گیری هورمون‌های موردنظر نیز با استفاده از آزمایش خون مرسوم انجام شد.

پس از طراحی چیدمان ایستگاه‌های ورزشی، کلیه مراحل اجرای آزمون و نحوه انجام هر آزمون‌ها به ترتیب توسط محققین توضیح و اجرا شد. آزمودنی‌ها ابتدا ۲۰ دقیقه گرم کردند و سپس به ترتیب، آزمون‌های تعیین‌شده (نشستن و رسیدن، ۲۰ متر سرعت، چابکی (۴×۹) و پرش سارجنت) را برای ارزیابی فاکتورهای انعطاف‌پذیری، سرعت، چابکی، و توان بی‌هوازی در مرحله پیش‌آزمون انجام دادند. نتایج در برگه‌های مخصوص ثبت شد. پس از گذشت ۲ روز، آزمودنی‌ها به آزمایشگاه مراجعه کردند و برای ارزیابی مقادیر هورمون‌های تستوسترون و نسبت LH به FSH از آنها خون‌گیری شد. سپس ۸ هفته برنامه تمرین آموزش تکاور در گروه آزمایش اجرا شد و گروه کنترل هیچ تمرینی در این مدت انجام نداد. پس از اتمام تمرینات برای جمع‌آوری داده‌ها در مرحله پس‌آزمون، از گروه‌ها مجدداً آزمایشات لازم به عمل آمد و تغییرات حاصله، با نتایج قبل از تمرین مورد مقایسه قرار گرفت. قابل ذکر است نمونه‌های خونی مربوط به پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر ۳ گروه رأس ساعت ۸ صبح و در حالت ناشتا گرفته شد.

برای توصیف داده‌ها از شاخص‌های آمار توصیفی و به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون t مستقل با استفاده از نرم‌افزار SPSS 21 استفاده شد.

از جمله محدودیت‌های این پژوهش عدم اندازه‌گیری دیگر فاکتورهای مرتبط با آمادگی جسمانی بود. علاوه بر این، اندازه‌گیری دیگر نشانگرهای زیستی همچون هورمون‌های استرس نیز می‌تواند در ارتباط با سطوح تستوسترون به درک بهتر تغییرات طی دوره کمک نماید. با توجه به کاهش عملکرد بدنی در دوره‌های کمبود انرژی، پیشنهاد می‌شود به منظور دستیابی به سطوح بالایی از قدرت و توان عضلانی در پرسنل نظامی، برنامه‌های بهینه‌ترین بدنی و تغذیه‌ای برای ایشان قرار دهند. علاوه بر این، بهینه‌سازی برنامه‌های تمرین به منظور افزایش عملکرد بدنی قبل از فشار عملیاتی می‌تواند به لحاظ منطقی با برخی از اثرات مضر مشاهده‌شده در دوره بر عملکرد بدنی، مقابله کند. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده میزان اثرگذاری استرس نظامی بر سرعت نیز در نظر گرفته شود؛ زیرا توانایی حرکت طی مأموریت‌های یک سرباز، عامل حیاتی برای بقای اوست.

نتیجه‌گیری

اجرای ۸ هفته آموزش تکاور بر کاهش هورمون تستوسترون و افزایش توان بی‌هواری آزمودنی‌ها تأثیرگذار است اما بر نسبت هورمون‌های LH بر FSH مؤثر نیست.

تشکر و قدردانی: بدین وسیله نویسندگان از زحمات و حمایت‌های سرتیپ ۲ دکتر فتح‌الله رشیدزاده و کلبه عزیزی که در انجام این تحقیق همکاری صمیمانه داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

تأییدیه اخلاقی: این تحقیق با تأیید کمیته اخلاق دانشگاه افسری امام علی^(ع) انجام شد.

سهم نویسندگان: ابراهیم برارپور (نویسنده اول)، روش‌شناس/پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۴۰٪)؛ سعید میرزایی (نویسنده دوم)، نگارنده مقدمه/پژوهشگر کمکی/نگارنده بحث (۳۰٪)؛ میثم چاله‌چاله (نویسنده سوم)، نگارنده مقدمه/پژوهشگر کمکی/تحلیل‌گر آماری (۳۰٪).

منابع مالی: این تحقیق با حمایت معاونت محترم پژوهشی دانشگاه افسری امام علی^(ع) انجام شده است.

تعارض منافع: هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

منابع

- 1- Christensen PA, Jacobsen O, Thorlund JB, Madsen T, Møller C, Jensen C, et al. Changes in maximum muscle strength and rapid muscle force characteristics after long-term special support and reconnaissance missions: a preliminary report. *Mil Med.* 2008;173(9):889-94.
- 2- Kraemer WJ, Vescovi JD, Volek JS, Nindl BC, Newton RU, Patton JF, et al. Effects of concurrent resistance and aerobic training on load-bearing performance and the Army physical fitness test. *Mil Med.* 2004;169(12):994-9.
- 3- Santtila M, Häkkinen K, Kraemer WJ, Kyröläinen H. Effects of basic training on acute physiological responses to a combat loaded run test. *Mil Med.* 2010;175(4):273-9.
- 4- Plavina L. Preparedness and physical fitness of military personnel. In: Kaarma HMD, Tamm M, Anvelt I, editors. *Papers on anthropology* 17. Tartu: Tartu University Press; 2008. pp. 255-64.
- 5- Chicharro JL, Lopez-Mojares LM, Lucia A, Perez M, Alvarez J, Labanda P, et al. Overtraining parameters in special military units. *Aviat Space Environ Med.* 1998;69(6):562-8.

بدون چربی، به‌ویژه بافت عضلانی کمک می‌کند. با این وجود، در این پژوهش میزان توده بدون چربی بررسی نشد. محققان نشان داده‌اند که دریافت مواد غذایی اضافی ممکن است افت تستوسترون در تمرینات نظامی را کاهش دهد. همچنین آنها نشان داده‌اند که کاهش تستوسترون به دلیل کاهش ترشح هورمون LH نسبت به FSH است [21]. کاهش ترشح محرک هورمون آزادکننده گنادوتروپین در هیپوتالاموس طی دوره، منجر به افزایش حساسیت تولید هورمون LH نسبت به FSH و در نتیجه تحریک هورمون آزادکننده گنادوتروپین می‌شود. این موضوع نشان می‌دهد که ترشح آندروژن طی تمرینات توسط هیپوتالاموس و دیگر مناطق مغز تنظیم می‌شود [۱۰]. علائم بالینی کاهش فعالیت آندروژن در حال حاضر از تحریک رشد در طول کل دوره مربوط به رشد طبیعی یک روز است و این تحریک رشد به‌طور عمده در روز اول این دوره ایجاد می‌شود. در طول این دوره آزمودنی‌ها کمتر تهاجمی می‌شوند، ابتکار عمل کمتری دارند و حالت دفاعی و افسردگی بیشتری نشان می‌دهند که سازگار با تغییرات غلظت آندروژن‌ها است [22]. با این وجود، نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های گرو و همکاران و هیروترتاکول و همکاران که تأثیر تمرینات استقامتی بر هورمون تستوسترون را مورد بررسی قرار داده‌اند، همخوان نیست [23, 24]. فشار تغذیه‌ای و استرس روانی حاصل از دوره را می‌توان در علل ناهمخوانی یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات فوق دخیل دانست.

همچنین در تحقیق حاضر رابطه معناداری میان دوره آموزش تکاور و تغییرات توان بی‌هواری مشاهده شد. در زمینه اثر ورزش بر توان بی‌هواری و همچنین در خصوص فعالیت بدنی و پارامترهای عملکردی در محیط‌های نظامی، پژوهش‌هایی انجام شده است که در اغلب آنها کاهشی در پاسخ پارامترهای عملکردی وجود دارد [19, 20, 25]. در پژوهش نیندل و همکاران اثرات یک برنامه تمرینی مختص به عملیات ویژه نظامی بر پارامترهای آمادگی بدنی سربازان بررسی شده است. در نتایج این پژوهش، اختلاف آماری معناداری در مجموعه‌ای از شاخص‌های آمادگی جسمانی (آزمون پرش جفت، شنای سوئدی در ۲ دقیقه، دراز و نشست در ۲ دقیقه، دو ۳۰۰ یارد و دو ۳۲۰۰ متر) گزارش شده است. در این پژوهش پس از ۸ هفته آموزش نظامی شدید برون‌ده توان انفجاری و حداکثر قدرت لیفت حدود ۲۰٪ در طول دوره مطالعه کاهش یافت [19].

در پژوهش حاضر برنامه دوره آموزش تکاور برخلاف تأثیر معناداری که بر افزایش توان بی‌هواری آزمودنی‌ها داشت، بر افزایش سرعت، چابکی و انعطاف‌پذیری آنها مؤثر نبود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج چیپرو و همکاران، برک و دایر، نیندل و همکاران و همچنین اسپوریس و همکاران هم‌راستا است [5, 6, 19, 26].

نیندل و همکاران بیان کرده‌اند که کاهش پارامترهای عملکردی می‌تواند مربوط به تعدادی از عوامل از جمله ازدست‌دادن توده عضلانی، تغییر کیفیت پروتئین‌های انقباضی و ازدست‌دادن انگیزه نسبت داده شود [19]. این یافته‌ها اهمیت سطح آمادگی جسمانی اولیه قبل از ورود به دوره آموزش تکاور را مشخص می‌کند. برخی از کارشناسان حرفه‌ای نظامی، سربازان را به انجام وظایف بسیار سنگین ملزم می‌کنند. در این شرایط ازدست‌رفتن ۲۰٪ قدرت یک سرباز می‌تواند منجر به رد صلاحیت وی از طبقه‌بندی شغلی پس از دوره آموزش تکاور شود [5]. از این رو، دانستن کاهش پیش‌بینی‌شده در عملکرد مربوط به استرس عملیاتی اجازه می‌دهد تا رهبران نظامی، بهتر آموزش دهند و پرسنل مناسبی را برای مأموریت مورد نیاز انتخاب کنند.

- 17- Adlercreutz H, Härkönen M, Kuoppasalmi K, Näveri H, Huhtaniemi I, Tikkanen H. Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *Int J Sports Med.* 1986;7(S1):S27-8.
- 18- Vervoorn C, Quist AM, Vermulst LJ, Erich WB, De Vries WR, Thijssen JH. The behavior of the plasma free testosterone/cortisol ratio during a season of elite rowing training. *Int J Sports Med.* 1991;12(3):257-63.
- 19- Nindl BC, Barnes BR, Alemany JA, Frykman PN, Shippee RL, Friedl KE. Physiological consequences of US Army Ranger training. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(8):1380-7.
- 20- Friedl KE, Moore RJ, Hoyt RW, Marchitelli LJ, Martinez-Lopez LE, Askew EW. Endocrine markers of semistarvation in healthy lean men in a multistressor environment. *J Appl Physiol.* 2000;88(5):1820-30.
- 21- Opstad PK, Aakvaag A. Decreased serum levels of oestradiol, testosterone and prolactin during prolonged physical strain and sleep deprivation and the influence of a high caloric diet. *Eur J Appl Physiol* 1982;49:343-8.
- 22- Opstad PK, Ekanger R, Nummestad M, Raabe N. Performance, mood, and clinical symptoms in men exposed to prolonged, severe physical work and sleep deprivation. *Aviat Space Environ Med.* 1978;49(9):1065-73.
- 23- Sgrò P, Romanelli F, Felici F, Sansone M, Bianchini S, Buzzachera CF. Testosterone responses to standardized short-term sub-maximal and maximal endurance exercises: issues on the dynamic adaptive role of the hypothalamic-pituitary-testicular axis. *J Endocrinol Investig.* 2014;37(1):13-24.
- 24- 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.
- 25- Friedl KE, Mays MZ, Kramer TR, Shippee RL. Acute recovery of physiological and cognitive function in US Army Ranger students in a multistressor field environment. *Army Research Inst Of Environmental Medicine.* Natick; 2001.
- 26- Sporiš G, Harasin D, Bok D, Matika D, Vuleta D. Effects of a training program for special operations battalion on soldiers' fitness characteristics. *J Strength Cond Res.* 2012;26(10):2872-82.
- 6- Burke WP, Dyer FN. Effects of ranger training on selected measures of strength and cardiovascular fitness. *U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.* Alexandria; 1980 Oct. Report No: 1353.
- 7- Shippee R, Askew EW, Bernton E, Martinez-Lopez L, Kramer M. Nutritional and immunological assessment of ranger students with increased caloric intake. *Army Research Institute of Environmental Medicine.* Natick; 1994 Dec.
- 8- Pemrick MD, Michael D. Physical fitness and the 75th ranger regiment: the components of physical fitness and the ranger mission. *Army Command and General Staff College.* Fort Leavenworth; 1999.
- 9- Bovill ME, Tharion WJ, Lieberman HR. Nutrition knowledge and supplement use among elite US army soldiers. *Mil Med.* 2003;168(12):997-1000.
- 10- Opstad PK. Endocrine and metabolic changes during exhaustive multifactorial military stress. Results from studies during the ranger training course of the Norwegian Military Academy. *Norwegian Defence Research Establishment.* Kjeller; 2001.
- 11- Majumdar P, Sri Srividhya JR. Monitoring Training Load in Indian Male Swimmers. *Int J Exerc Sci.* 2010;3(3):102-7.
- 12- Arce JC, De Souza MJ. Exercise and male factor infertility. *Sports Med.* 1993;15(3):146-69.
- 13- Calbet JL, Navarro MA, Barbany JR, Manso JG, Bonnin MR, Valero J. Salivary steroid changes and physical performance in highly trained cyclists. *Int J Sports Med.* 1993;14(3):111-7.
- 14- Häkkinen K, Pakarinen A, Alen M, Kauhanen H, Komi PV. Daily hormonal and neuromuscular responses to intensive strength training in 1 week. *Int J Sports Med.* 1988;9(6):422-8.
- 15- Farbiak L. Effects of lower-and higher-volume resistance exercise on serum total and free testosterone, skeletal muscle testosterone and dihydrotestosterone content, and skeletal muscle androgen receptor mRNA expression and protein content [Dissertation]. Waco, Texas: Baylor University; 2013.
- 16- Schumann M, Walker S, Izquierdo M, Newton RU, Kraemer WJ, Häkkinen K. The order effect of combined endurance and strength loadings on force and hormone responses: effects of prolonged training. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114(4):867-80.