

Research Article

Salivary Testosterone and Cortisol in Powerlifting: Correlation with Early Clinical Symptoms of the Overtraining

Hossein Pirani*

Department of Basic Sciences, Chabahar University of Maritime and Marine Sciences, Chabahar, Iran

*Corresponding author: hn.pirani@gmail.com

Received: 10 April 2025

Accepted: 14 July 2025

DOI: 10.60833/ascij.2025.1211814

Abstract

The purpose of this study was to investigate the relationship between score obtained from the overtraining questionnaire and the concentrations of salivary testosterone and cortisol in male Powerlifting. Fifty top-level male body-builders (Mean $\pm$ SD: age, 22.8 ± 3.8 y; height, 178 ± 6.5 cm; weight, 86.53 ± 10.3 kg; BMI 28.07 ± 2.4 kg/m² and BF% 9.87 ± 2.67) volunteered to participate in the study. They were informed of the purpose and methods of the study before giving written consent to participate. They were asked to complete the overtraining questionnaire contains 54 question requiring answers of "yes" or "no". Then three saliva samples were taken immediately after getting up (at 8 am, 11 am and 5 pm) during a rest day. The results of data analyses showed a significant negative relation between the questionnaire score and testosterone concentration ($p < 0.05$, $r = -0.53$) but not between the questionnaire score and cortisol concentration ($p > 0.05$, $r = 0.22$). Also, we noted a significant negative correlation between the testosterone/cortisol ratio and the questionnaire score ($p < 0.05$, $r = -0.52$). The results showed that the questionnaire may be a useful tool for monitoring and preventing overtraining syndrome. Therefore, the best way to use this tool would be to carry out extensive follow up of an athlete during a sporting season, in order to compare various states of progressive tiredness with a baseline determined before the start of the season.

Keywords: Cortisol, testosterone, Psychological questionnaire, Hormone, Overtraining.



تستوسترون و کورتیزول بزاقی در ورزشکاران نخبه‌ی پاورلیفتینگ:

ارتباط با علائم اولیه‌ی بیش‌تمرینی

حسین پیرانی*

گروه علوم پایه، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

*مسئول مکاتبات: hn.piranis@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۲۱

DOI: 10.60833/ascij.2025.1211814

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی ارتباط بین غلظت تستوسترون و کورتیزول بزاقی با نمرات حاصل از پرسشنامه‌ی علائم اولیه‌ی بیش‌تمرینی در ورزشکاران نخبه‌ی پاورلیفتینگ بود. تعداد ۱۵ نفر از ورزشکاران نخبه‌ی پاورلیفتینگ (با میانگین و انحراف استاندارد سن $22/8 \pm 3/8$ سال، قد $178 \pm 6/50$ سانتی‌متر، وزن $86/53 \pm 10/30$ کیلوگرم، شاخص توده‌ی بدنی $2/40 \pm 28/07$ کیلوگرم/مجدور قد به متر و چربی بدن $9/87 \pm 2/67$ درصد) به صورت هدف دار به عنوان نمونه‌ی آماری انتخاب شدند. در روز استراحت نمونه‌ی بزاق ورزشکاران طی سه مرحله (ساعت ۸ و ۱۱ صبح و ۵ بعدازظهر) برای تعیین میانگین غلظت این دو هورمون در طول روز گرفته شد. در همان روز و بین مرحله‌ی اول و دوم نمونه‌گیری بزاقی پرسشنامه‌ی علائم اولیه‌ی بیش‌تمرینی (طراحی شده توسط گروه مطالعات بیش‌تمرینی انجمن فرانسوی طب ورزشی) شامل ۵۴ سوال به صورت "بله، خیر" به ورزشکاران ارائه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها بین نمرات حاصل از پرسشنامه و غلظت تستوسترون رابطه‌ی قابل توجه و معکوس نشان داد ($p \leq 0/05$). همچنین، بین نمرات حاصل از پرسشنامه و نسبت تستوسترون به کورتیزول رابطه معنادار و معکوس بدست آمد ($p \leq 0/05$)، در حالی که بین نمرات حاصل از پرسشنامه و غلظت کورتیزول رابطه‌ی معناداری مشاهده نشد ($p \geq 0/05$). با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر می‌توان عنوان کرد میزان غلظت هورمون تستوسترون با سایر علائم پدیده بیش‌تمرینی که با استفاده از پرسشنامه روانی علائم اولیه بیش‌تمرینی به دست آمده است ارتباط معناداری دارد.

کلمات کلیدی: کورتیزول، تستوسترون، بیش‌تمرینی، پرسشنامه‌ی علائم اولیه‌ی بیش‌تمرینی، هورمون.

مقدمه

هستند، پدیده‌ی بیش‌تمرینی است (۱). بسیاری از متخصصان پدیده‌ی بیش‌تمرینی را روندی طولانی مدت می‌دانند که بر اثر به هم خوردن تعادل بین جلسات تمرینی سنگین و فواصل استراحت بین این جلسات به وقوع می‌پیوندد (۱، ۲، ۳). پدیده‌ی بیش‌تمرینی با نشانه‌های مختلفی همراه است و سبب بروز مشکلاتی برای ورزشکاران می‌شود. مهم‌ترین

بسیاری از ورزشکاران حرفه‌ای مدت زمان طولانی را در اردوهای مختلف تمرینی و تحت فشارها و استرس‌های جسمانی و روانی قرار دارند. این فشارها و استرس‌ها ممکن در طولانی مدت اثرات نامطلوبی را برای ورزشکاران به دنبال داشته باشد. یکی از مشکلات ناشی از این مسأله که در سال‌های اخیر بسیاری از ورزشکاران حرفه‌ای با آن دست به گریبان

مشکلات ناشی از پدیده‌ی بیش‌تمرینی عبارتند از مشکلات: فیزیولوژیکی، روانی، عملکردی و ایمنولوژیکی (۳). چنانچه پدیده‌ی بیش‌تمرینی به موقع شناسایی و از آن پیشگیری نشود می‌تواند ماه‌ها ورزشکار را از سطح مطلوب آمادگی خود خارج سازد. با این وجود، متخصصان علم تمرین همواره به دنبال راه‌هایی هستند که از طریق آن بتوانند تا حدودی فشار تمرینات را تحت کنترل خود داشته باشند. هرچند که کنترل دقیق میزان فشار تمرینات به علت مسائل مختلف از جمله تفاوت در میزان آمادگی ورزشکاران بسیار مشکل است. یکی از روش‌های آزمایشگاهی که به منظور بررسی وضعیت ورزشکاران از لحاظ جسمانی و روانی به کار برده می‌شود بررسی تغییرات هورمون‌های بدن با خاصیت آنابولیک و کاتابولیک است که در این بین نقش هورمون تستوسترون به عنوان مهمترین هورمون آنابولیک و کورتیزول به عنوان مهمترین هورمون کاتابولیک بسیار حائز اهمیت است (۱، ۴). متخصصان عنوان کرده‌اند که این هورمون‌ها در پاسخ به تمرینات ورزشی و فشارها و استرس‌های جسمانی و روانی دچار تغییراتی می‌شوند. چنانچه فواصل استراحتی کافی بین تمرینات وجود نداشته باشد، تغییرات این هورمون‌ها به گونه‌ای خواهد بود که بدن را در وضعیت کاتابولیسم قرار می‌دهد. این امر به دلیل کاهش میزان تستوسترون و افزایش میزان کورتیزول است. در واقع نسبت تستوسترون به کورتیزول که نشان‌دهنده‌ی چگونگی متابولیسم و نسبت شرایط آنابولیک به کاتابولیک در بدن است یکی از نشانه‌های پدیده‌ی بیش‌تمرینی است. چنانچه این نسبت بیش از ۳۰ درصد کاهش پیدا کند می‌توان عنوان کرد ورزشکار در معرض ابتلاء به پدیده‌ی بیش‌تمرینی قرار دارد (۵). تستوسترون همراه با چند هورمون آنابولیک دیگر مانند هورمون رشد (GH)، انسولین و فاکتور رشد

شبه‌انسولین ۱ (IGF1) تاثیر پیچیده‌ای بر عضلات داشته و با افزایش سنتز پروتئین سبب بروز سازگاری-های مثبت در سلول‌های عضلانی می‌شود و برعکس افزایش مزمن غلظت کورتیزول که یک هورمون استرسی و از خانواده گلوکوکورتیکوئیدها است سبب تخریب پروتئین و بروز مشکلات سیستم ایمنی می‌شود (۶، ۷، ۸). با توجه به نکات فوق‌الذکر، به طور کلی روش‌های آزمایشگاهی نیازمند صرف هزینه و وقت زیادی است و همین امر سبب شده است که این روش‌ها همیشه قابل استفاده نباشند و بنابراین متخصصان به دنبال راه‌هایی باشند که از طریق آن بتوانند با صرف هزینه و وقت کمتری به نتایج مشابهی دست پیدا کنند. یکی از راه‌هایی که در سال‌های اخیر استفاده از آن گسترش پیدا کرده است گزارشی است که ورزشکار در ارتباط با وضعیت جسمانی و روانی خود بیان می‌کند. استفاده از این روش مستلزم وجود ابزارهایی نظیر پرسشنامه‌ها و نورم‌های استاندارد است که بدین منظور طراحی شده است (۹، ۱۰). متخصصان به منظور اطمینان از نتایج حاصل از این پرسشنامه‌ها و نورم‌ها تحقیقاتی را در زمینه‌ی میزان ارتباط نتایج حاصل از این ابزار با شاخص‌های دقیق‌تر در ارتباط با میزان فشار تمرینات و پدیده‌ی بیش‌تمرینی انجام داده‌اند. ماسو و همکاران (۲۰۰۲)، در کار تحقیقی خود که بر روی بازیکنان حرفه‌ای راگی انجام شد، بین نتایج حاصل از پرسشنامه‌ی روانی علائم اولیه بیش‌تمرینی و غلظت تستوسترون رابطه‌ی معکوس و معناداری را مشاهده کردند (۱). ماریتا و همکاران (۲۰۰۳)، در کار تحقیقی دیگری بین نتایج حاصل از پرسشنامه‌ی روانی و نشانه‌های افسردگی همپلتون و هورمون کورتیزول رابطه‌ی مثبت و معناداری مشاهده کردند. به طور کلی نتایج بسیاری از تحقیقات نشان داده است تمرینات شدید و طولانی مدت و وجود فشارها و استرس‌های روانی با افزایش

غلظت کورتیزول همراه بوده است (۱۱). با توجه به موارد ذکر شده، یافتن راه‌هایی برای بررسی میزان فشار ناشی از تمرینات بر روی بازیکنان به منظور جلوگیری از به وجود آمدن مشکلات احتمالی نظیر پدیده‌ی بیش‌تمرینی ضروری به نظر می‌رسد. در تحقیق حاضر محقق بر آن است، با استفاده از پرسشنامه علائم اولیه بیش‌تمرینی، به بررسی ارتباط بین برخی از نشانه‌های اولیه بیش‌تمرینی و غلظت هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول در ورزشکاران نخبه رشته پاورلیفتینگ بپردازد.

مواد و روش‌ها

جامعه و نمونه آماری: جامعه‌ی آماری تحقیق حاضر شامل کلیه‌ی ورزشکاران حرفه‌ای پاورلیفتینگ بود. تعداد ۱۵ نفر از ورزشکاران پاورلیفتینگ در رده‌ی ملی به صورت هدف دار به عنوان نمونه‌ی آماری برگزیده شدند. این ورزشکاران به طور منظم شش جلسه در هفته تمرین داشتند و خود را برای شرکت در مسابقات بین‌المللی آماده می‌کردند. با توجه به این امر از کلیه ورزشکاران نامبرده تست دوپینگ به عمل آمده بود و نتیجه‌ی آن منفی بود. سایر متغیرهای مورد بررسی شامل اندازه‌گیری قد، وزن، محاسبه‌ی شاخص توده‌ی بدنی و درصد چربی ورزشکاران بود.

اندازه‌گیری هورمون‌ها: به منظور اندازه‌گیری میزان غلظت هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول، در روز استراحت نمونه‌ی بزاق ورزشکاران در سه مرحله و به صورت تحریک نشده گرفته شد. مرحله‌ی اول ساعت ۸ صبح (بلافاصله پس از برخاستن از خواب)، مرحله‌ی دوم ساعت ۱۱ صبح و آخرین مرحله‌ی نمونه‌گیری ساعت ۵ بعد از ظهر بود. در روز قبل از نمونه‌گیری ورزشکاران یک جلسه تمرین در ساعت ۳ بعد از ظهر انجام داده بودند و اولین نمونه تقریباً ۱۷ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی گرفته شد. دلیل

اصلی سه مرحله نمونه‌گیری جلوگیری از تأثیر عوامل مداخله‌گر نظیر ریتم شبانه‌روزی، استرس‌های ناگهانی و یا تأثیر صرف غذا بر ترشح هورمون‌ها بود. ضمناً این سه مرحله نمونه‌گیری ریتم تغییرات تستوسترون و کورتیزول را در ورزشکاران نخبه‌ی قدرتی در طول روز نشان داد (۱۲). نمونه‌ی بزاق ورزشکاران در لوله‌های مخصوص جمع‌آوری و بلافاصله پس از هر مرحله نمونه‌گیری به آزمایشگاه تخصصی طبی و پاتولوژی انتقال داده شد و در دمای ۲۰- فریز شدند. کیت مورد استفاده به منظور اندازه‌گیری میزان غلظت تستوسترون DRG ساخت کشور آلمان و کیت مورد استفاده برای اندازه‌گیری میزان غلظت کورتیزول RADIM ساخت کشور ایتالیا بود. برای تعیین غلظت هورمون‌ها از روش الایزا (ELISA) استفاده شد.

پرسشنامه‌ی علائم اولیه‌ی بیش‌تمرینی: پرسشنامه‌ی علائم اولیه‌ی بیش‌تمرینی، پرسشنامه‌ی استاندارد است که توسط یک موسسه فرانسوی (Consensus group on overtraining of the Societe Francaise de Medecine du Sport) طراحی گردیده است (گروه مطالعات بیش‌تمرینی انجمن فرانسوی طب ورزشی). پرسشنامه‌ی مذکور شامل ۵۴ سوال با پاسخ "بلی، خیر" است. سوالات پرسشنامه در ارتباط با علائم و نشانه‌های اولیه‌ی بیش‌تمرینی از جنبه‌های فیزیولوژیکی، ایمنولوژیکی، عملکردی و روانی است. تعداد پاسخ‌های بلی به عنوان ملاک نمره‌دهی به پرسشنامه‌ی مذکور در نظر گرفته شده است (۱، ۱۳). همانگونه که عنوان شد پرسشنامه‌ی مذکور یک پرسشنامه‌ی استاندارد شده است که در چندین تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است (۱، ۲، ۱۴). اما به منظور اطمینان بیشتر از نتایج حاصل از آن روایی پرسشنامه‌ی مذکور با نظر خواهی از استادان تربیت بدنی و روانشناسی صورت پذیرفت و پایایی پرسشنامه نیز با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ به

دست آمد که برابر با ۰/۹۴ بود. در همان روزی که نمونه‌ی بزاق ورزشکاران گرفته شد پرسشنامه‌ی علائم اولیه‌ی بیش‌تمرینی به آن‌ها ارائه گردید و پس از ارائه‌ی توضیحات مختصری در ارتباط با اهداف تحقیق و دادن اطمینان در ارتباط با محرمانه بودن نتایج حاصل از تحقیق از هریک از ورزشکاران خواسته شد با دقت و صداقت به سؤالات پرسشنامه پاسخ دهند.

روش آماری: با توجه به رتبه‌ای بودن داده‌های جمع‌آوری شده از آمار توصیفی و ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن توسط نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

نتایج تحقیق حاضر نشان داد بین میانگین غلظت تستوسترون در طول روز و نتایج حاصل از پرسشنامه‌ی علائم اولیه‌ی بیش‌تمرینی رابطه‌ی معکوس و معناداری ($r = -0/53$ ، $p < 0/05$) وجود دارد. از سوی دیگر بین میانگین نسبت تستوسترون به

کورتیزول در طول روز و نتایج حاصل از پرسشنامه‌ی علائم اولیه‌ی بیش‌تمرینی نیز رابطه‌ی معکوس و معناداری ($r = -0/52$ ، $p < 0/05$) مشاهده شد، در حالی که بین میانگین غلظت کورتیزول در طول روز و نتایج حاصل از پرسشنامه رابطه‌ی معناداری ($r = 0/22$ ، $p > 0/05$) مشاهده نشد. لازم به ذکر است میانگین و انحراف معیار نتایج حاصل از پرسشنامه برابر با $9/8 \pm 16/8$ بود که اندکی بالاتر از نتایج به دست آمده در تحقیقات دیگری است که با استفاده از این پرسشنامه انجام گرفته است (۱). مشخصات بدنی آزمودنی‌ها و میانگین غلظت تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول در طول روز و به تفکیک ساعات نمونه‌گیری در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. در جدول ۳ نیز میزان ارتباط نتایج پرسشنامه و غلظت تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول در طول روز نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات بدنی آزمودنی‌ها

Table 1- Physical characteristics of the subjects

Subjects' personal characteristics	Mean $\pm$ standard deviation
Age (years)	22.8 $\pm$ 3.8
Height (centimeters)	178 $\pm$ 6.5
Weight (kilograms)	86.54 $\pm$ 10.3
BMI (kilograms per square of height in meters)	28.07 $\pm$ 2.4
Body fat (percentage)	9.87 $\pm$ 2.67

جدول ۲- میانگین غلظت تستوسترون، کورتیزول و نسبت آن‌ها به تفکیک ساعات نمونه‌گیری در طول روز

Table 2- Average testosterone and cortisol concentrations and their ratio to sampling time intervals throughout the day

Sampling time	Cortisol (ng/ml)	Testosterone (ng/ml)	Testosterone to cortisol ratio
8 am	10.8 ± 2.7	0.84 ± 0.19	0.084 ± 0.04
11 am	9.5 ± 2.8	0.59 ± 0.18	0.07 ± 0.05
5 pm	7.7 ± 3.2	0.4 ± 0.2	0.072 ± 0.08
Average	9.37 ± 2.8	0.61 ± 0.18	0.072 ± 0.04

جدول ۳- میزان ارتباط بین نتایج پرسشنامه و میانگین غلظت هورمون‌ها در طول روز و به تفکیک ساعات نمونه‌گیری

Table 3- Correlation between questionnaire results and average hormone concentrations throughout the day and by sampling time

Sampling time	Hormones	Correlation coefficient with questionnaire results	p-value	Result
8 am	Testosterone	-0.46	$p > 0.05$	Meaningless
	Cortisol	0.19	$p > 0.05$	Meaningless
	Testosterone to cortisol	-0.52	$p < 0.05$	Meaningful
11 am	Testosterone	-0.52	$p < 0.05$	Meaningful
	Cortisol	0.15	$p > 0.05$	Meaningless
	Testosterone to cortisol	-0.24	$p > 0.05$	Meaningless
5 pm	Testosterone	-0.56	$p < 0.05$	Meaningful
	Cortisol	0.25	$p > 0.05$	Meaningless
	Testosterone to cortisol	-0.55	$p < 0.05$	Meaningful
Average	Testosterone	-0.53	$p < 0.05$	Meaningful
	Cortisol	0.22	$p > 0.05$	Meaningless
	Testosterone to cortisol	-0.52	$p < 0.05$	Meaningful

بحث

حاضر تا حدود زیادی با یافته‌های تحقیقات دیگر مطابقت داشت. ماسو و همکاران (۲۰۰۲)، تحقیقی را بر روی ورزشکاران حرفه‌ای راگبی که در لیگ آمریکا شاغل بودند انجام دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد بین غلظت هورمون تستوسترون و برخی از نشانه‌های پدیده‌ی بیش‌تمرینی که با استفاده از پرسشنامه به دست آمده بود رابطه‌ی معنادار و معکوس ($r = -0.76$) وجود داشت (۱). آنها بررسی تغییرات تستوسترون به صورت دوره‌ای را روش مناسبی برای

هدف از این تحقیق بررسی ارتباط بین غلظت تستوسترون و کورتیزول بزاقی با نمرات حاصل از پرسشنامه‌ی علائم اولیه‌ی بیش‌تمرینی در ورزشکاران نخبه‌ی پاورلیفتینگ بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد بین نتایج حاصل از پرسشنامه‌ی علائم اولیه‌ی بیش‌تمرینی و میانگین غلظت تستوسترون و همچنین نسبت تستوسترون به کورتیزول ($r = -0.52$)، $r = -0.53$ و $r = -0.55$ در طول روز رابطه‌ی معنادار و معکوس وجود دارد (جدول ۳). یافته‌های تحقیق

مشخص کردن وضعیت ورزشکاران حرفه‌ای و پیشگیری از بیش‌تمرینی عنوان کردند. در تحقیق دیگری گابریل و همکاران (۱۹۹۵) به بررسی تغییرات هورمون‌های بدن در جریان بیش‌تمرینی پرداختند. آن‌ها عنوان کردند در جریان بیش‌تمرینی غلظت تستوسترون کاهش و غلظت کورتیزول افزایش معناداری پیدا کرد (۱۵). به نظر می‌رسد دلیل اصلی کاهش میزان تستوسترون در جریان بیش‌تمرینی سازگاری منفی محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-بیضه باشد که مسئول اصلی تنظیم ترشح تستوسترون از بیضه‌ها است (۱۶). این سازگاری منفی به گونه‌ای است که سبب کاهش ترشح تستوسترون از بیضه‌ها می‌شود. از سوی دیگر در تحقیقاتی که بر روی ورزشکاران رشته‌های دیگر (غیرقدرتی) مثل فوتبالیست‌ها و دوندگان استقامتی انجام گرفته است، چنین رابطه‌ای در ارتباط با تستوسترون مشاهده نشده است. هندزیکسی و همکاران (۲۰۰۶)، در کار تحقیقی خود به بررسی تغییرات تستوسترون، کورتیزول و ACTH در بازیکنان نخبه‌ی فوتبال که در معرض بیش‌تمرینی قرار داشتند پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد میزان کورتیزول در انتهای فصل مسابقات افزایش معناداری داشت و حتی در برخی از بازیکنان این افزایش کورتیزول سبب کاهش نسبت تستوسترون به کورتیزول به بیش از ۳۰ درصد نسبت به ابتدای فصل شده بود (۵). به نظر می‌رسد این تفاوت به علت ماهیت رشته‌ی فوتبال و رشته‌های مانند آن باشد که نیازمند انجام تمرینات استقامتی سنگین هستند. این تمرینات استقامتی سنگین و عدم وجود فواصل استراحتی کافی بین آن‌ها در طولانی مدت سبب پرکاری محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال شده و به دنبال آن غلظت هورمون ACTH افزایش پیدا می‌کند، این امر نیز بلافاصله سبب افزایش غلظت کورتیزول می‌شود (۴، ۱۱). کوک (۱۹۹۰)، پس از

انجام تحقیقات خود عنوان کرد افزایش در میزان غلظت کورتیزول رابطه معناداری با کاهش میزان تستوسترون دارد (۱۷). با توجه به این امر که معمولاً ورزشکاران حرفه‌ای پاورلیفتینگ از انجام تمرینات استقامتی سنگین خودداری می‌کنند، به نظر می‌رسد در این ورزشکاران پدیده‌ی بیش‌تمرینی بیشتر سبب تغییرات غلظت تستوسترون و سازگاری منفی آن می‌شود که در نهایت موجب کاهش غلظت تستوسترون می‌شود. در تحقیق حاضر نیز ورزشکارانی که با توجه به نتایج پرسشنامه دارای نشانه‌های بیشتری در ارتباط با پدیده‌ی بیش‌تمرینی بودند دارای غلظت تستوسترون پایین‌تری نیز بودند. از سوی دیگر، نسبت تستوسترون به کورتیزول یکی از شاخص‌های مهم جهت بررسی وضعیت ورزشکاران و یکی از نشانه‌های مهم بیش‌تمرینی است. این نسبت بیانگر میزان آنابولیسم بدن در برابر میزان کاتابولیسم است. ورزشکاران همواره سعی دارند با تمرینات مناسب، تغذیه‌ی کافی و فواصل استراحتی کافی این نسبت را در حد مطلوب خود حفظ کنند. پایین آمدن این نسبت به بیش از ۳۰ درصد یکی از نشانه‌های افزایش فشارها و استرس-های فیزیکی و روانی بر ورزشکاران است، اما توجه به این نکته ضروری است که این کاهش نسبت که در واقع نوعی سازگاری منفی در پاسخ تمرینات سنگین است ممکن به دو دلیل باشد: ۱) کاهش میزان غلظت تستوسترون (۲) افزایش میزان غلظت کورتیزول. هرچند که در پاره‌ای از موارد این دو دلیل همزمان به وقوع پیوسته است (۲). با توجه به تحقیقات دیگری که در این زمینه انجام شده و نتایج تحقیق حاضر شاید بتوان عنوان کرد در ورزشکاران قدرتی نظیر پرورش اندام که تمرینات سنگین استقامتی ندارند، سازگاری منفی در پاسخ به تمرینات سنگین و بیش‌تمرینی بیشتر در ارتباط با تستوسترون به وقوع

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج تحقیقات دیگر و نتیجه‌ی تحقیق حاضر و همچنین وجود رابطه بین نتایج حاصل از پرسشنامه‌ی علائم اولیه‌ی بیش‌تمرینی و غلظت تستوسترون می‌توان عنوان کرد پرسشنامه‌ی علائم اولیه‌ی بیش‌تمرینی می‌تواند ابزار مناسبی جهت شناسایی و پیشگیری از پدیده‌ی بیش‌تمرینی باشد. ضمناً به نظر می‌رسد بررسی دوره‌ای تغییرات غلظت تستوسترون در ورزشکاران قدرتی نظیر پاورلیف‌تینگ می‌تواند روش مناسبی برای بررسی وضعیت متابولیسم بدن در پاسخ به تمرینات سنگین و همچنین پیشگیری از ابتلا به پدیده‌ی بیش‌تمرینی باشد.

منابع

1. Baghaei S, Tadibi V, Amiri E, Giboin LS. Subjective and objective variables of overtraining syndrome in female soccer players: A longitudinal study. *Sci Sports*. 2022;37(5-6):459-467. [In Persian]
2. Buyse L, Decroix L, Timmermans N, Barbe K, Verrelst R, Meeusen R. Improving the diagnosis of nonfunctional overreaching and overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51(12):2524-2530.
3. Cadegiani FA, Kater CE. Hormonal aspects of overtraining syndrome: a systematic review. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2017;9:1-5.
4. Cadegiani FA, Kater CE. Novel causes and consequences of overtraining syndrome: the EROS-DISRUPTORS study. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2019;11:1-3.
5. Cadegiani FA, da Silva PH, Abrao TC, Kater CE. Diagnosis of overtraining syndrome: Results of the endocrine and metabolic responses on overtraining syndrome study: EROS□Diagnosis. *J Sports Med*. 2020;1:3937819.

پیوسته است (۱۹). از سوی دیگر نتایج تحقیق حاضر رابطه‌ی معناداری را بین نتایج حاصل از پرسشنامه و غلظت هورمون کورتیزول ($r = 0/22$ ، $p > 0/05$) نشان نداد (جدول ۳). بسیاری از تحقیقاتی که در این زمینه صورت گرفته است دلالت بر وجود رابطه بین علائم بیش‌تمرینی و غلظت کورتیزول داشته‌اند. فایر و همکاران (۲۰۰۱)، به بررسی ارتباط نشانه‌های بیش‌تمرینی و غلظت تستوسترون و کورتیزول در طول یک فصل مسابقات فوتبال بر روی بازیکنان حرفه‌ای پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد در مقاطعی که نشانه‌های بیش‌تمرینی بیشتر بود غلظت کورتیزول نیز افزایش یافته بود (۲۰). به نظر می‌رسد علت این تفاوت را باید در ماهیت رشته‌های قدرتی نظیر پاورلیف‌تینگ جستجو کرد. بیشتر تحقیقاتی که وجود رابطه بین نشانه‌های بیش‌تمرینی و کورتیزول را نشان داده‌اند بر روی ورزشکارانی انجام شده که تمرینات سنگین استقامتی داشته‌اند. بنابراین، چنین به نظر می‌رسد اثرات پدیده‌ی بیش‌تمرینی با توجه به ماهیت رشته‌ی ورزشی تا حدودی متفاوت باشد اما به طور کلی باید به این نکته توجه شود که پدیده‌ی بیش‌تمرینی به هر شکلی چنانچه به وقوع بپیوندد ورزشکار را ماه‌ها از میادین ورزشی و سطح مطلوب عملکرد دور خواهد کرد. به طور کلی بسیاری از محققان مهم‌ترین مکانیسم دخیل در تغییرات غلظت هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول در جریان بیش‌تمرینی را سازگاری منفی در محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال و همچنین محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-بیضه می‌دانند. این سازگاری منفی به گونه‌ای است که سبب افزایش میزان غلظت کورتیزول و کاهش غلظت تستوسترون خواهد شد (۱۷، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵).

- overtrained athletes. In *Overload, Performance incompetence, and regeneration in Sport 1999* (pp. 7-25). Boston, MA: Springer US.
14. Lehmann M, Knizia K, Gastmann U, Petersen KG, Khalaf AN, Bauer S, Kerp L, Keul J. Influence of 6-week, 6 days per week, training on pituitary function in recreational athletes. *Br J Sports Med*. 1993;27(3):186-192.
15. Maso F, Lac G, Filaire E, Michaux O, Robert A. Salivary testosterone and cortisol in rugby players: correlation with psychological overtraining items. *Br J Sports Med*. 2004;38(3):260-263.
16. McGuigan MR, Egan AD, Foster C. Salivary cortisol responses and perceived exertion during high intensity and low intensity bouts of resistance exercise. *J Sports Sci Med*. 2004;3(1):8.
17. Meeusen R, Duclos M, Foster C, Fry A, Gleeson M, Nieman D, Raglin J, Rietjens G, Steinacker J, Urhausen A. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45(1):186-205.
18. Meeusen R, Duclos M, Gleeson M, Rietjens G, Steinacker J, Urhausen A. Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome. *Eur J Sport Sci*. 2006;6(1):1-14.
19. Meeusen R, Piacentini MF, Busschaert B, Buyse L, De Schutter G, Stray-Gundersen J. Hormonal responses in athletes: the use of a two bout exercise protocol to detect subtle differences in (over) training status. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91:140-146.
20. Monnier JF, Aïssa Benhaddad A, Micallef JP, Mercier J, Brun JF. Relationships between blood viscosity and insulin-like growth factor I status in athletes. *Clin Hemorheol Microcirc*. 2000; 22(4):277-286.
6. Costa LO, Samulski DM. Overtraining em atletas de alto nível: uma revisão literária. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 2005;13(2):123-134.
7. Filaire E, Bernain X, Sagnol M, Lac G. Preliminary results on mood state, salivary testosterone: cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *Eur J Appl Physiol*. 2001;86:179-184.
8. Handziski Z, Maleska V, Petrovska S, Nikolik S, Mickoska E, Dalip M, Kostova E. The changes of ACTH, cortisol, testosterone and testosterone/cortisol ratio in professional soccer players during a competition half-season. *Bratisl lek listy*. 2006;107(6/7):259.
9. Kargarfard M, Amiri E, Shaw I, Shariat A, Shaw BS. Salivary testosterone and cortisol concentrations, and psychological overtraining scores as indicators of overtraining syndromes among elite soccer players. *Revista de Psicologia del Deporte/J Sport Psychol*. 2018;27(1):155-160. [In Persian]
10. Kellmann M, Kallus KW. Recovery-stress questionnaire for athletes. In *The Recovery-Stress Questionnaires*, 2001 (pp. 76-136), Routledge.
11. Kraemer WJ, Fragala MS, Watson G, Volek JS, Rubin MR, French DN, Maresh CM, Vingren JL, Hatfield DL, Spiering BA, Yu-Ho J. Hormonal responses to a 160-km race across frozen Alaska. *Br J Sports Medicine*. 2008;42(2):116-120.
12. Kraemer WJ, Loebel CC, Volek JS, Ratamess NA, Newton RU, Wickham RB, Gotshalk LA, Duncan ND, Mazzetti SA, Gómez AL, Rubin MR. The effect of heavy resistance exercise on the circadian rhythm of salivary testosterone in men. *Eur J Appl Physiol*. 2001;84:13-18.
13. Lehmann M, Gastmann U, Baur S, Liu Y, Lormes W, Opitz-Gress A, Reißnecker S, Simsch C, Steinacker JM. Selected parameters and mechanisms of peripheral and central fatigue and regeneration in

hormones in men. *J Appl Physiol*. 2004; 96(2):531-539.

24. Urhausen A, Gabriel HH, Weiler B, Kindermann W. Ergometric and psychological findings during overtraining: a long-term follow-up study in endurance athletes. *Int J Sports Med*. 1998;19(02): 114-120.

25. Weakley J, Halson SL, Mujika I. Overtraining syndrome symptoms and diagnosis in athletes: where is the research? A systematic review. *Int J Sports Physiol Perform (IJSP)*. 2022;17(5):675-681.

21. Pruessner M, Hellhammer DH, Pruessner JC, Lupien SJ. Self-reported depressive symptoms and stress levels in healthy young men: associations with the cortisol response to awakening. *Biopsychosoc Med*. 2003;65(1):92-99.

22. Sheffield-Moore M, Urban RJ. An overview of the endocrinology of skeletal muscle. *Trends Endocrinol Metab*. 2004; 15(3):110-115.

23. Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid