

تستوسترون و کورتیزول بزاقی در ورزشکاران نخبه پرورش اندام: ارتباط با علائم اولیه بیش‌تمرینی

دکتر مهدی کارگردا، حسین پیرانی^۱، احسان امیری^۲

۱. دانشیار دانشگاه اصفهان

۲ و ۳. کارشناس ارشد تربیت بدنی دانشگاه اصفهان

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۲/۱

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۶/۳۰

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی ارتباط بین غلظت تستوسترون و کورتیزول بزاقی با نمره حاصل از پرسشنامه علائم اولیه بیش‌تمرینی در ورزشکاران مرد نخبه پرورش اندام بود. ۱۵ نفر از ورزشکاران نخبه پرورش اندام (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 توده بدنی $2/40 \pm 28/07$ کیلوگرم بر مترمربع و چربی بدن $9/87 \pm 2/67$ درصد) داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. همه آزمودنی‌ها از هدف و روش‌های مطالعه قبل از موافقت برای شرکت در تحقیق آگاهی داشتند. بلافاصله پس از ۱۵ ساعت فاصله بین جلسه تمرین سنگین و آزمایش هورمونی، سه نمونه بزاقی از هر آزمودنی در روز استراحت (۲۴ ساعت بدون تمرین) اخذ گردید. برای جلوگیری از اثر ریتم شبانه‌روزی و تغییرات غذای مصرفی روی ترشح هورمون‌ها، سه نمونه بزاقی بلافاصله پس از برخاستن از خواب و قبل از صبحانه (۸ صبح)، قبل از ناهار (ساعت ۱۱ صبح) و در بعدازظهر (۵ عصر) برای تعیین میانگین غلظت این دو هورمون در طول روز گرفته شد. سپس، آزمودنی‌ها پرسشنامه بیش‌تمرینی (طراحی شده توسط گروه مطالعات بیش‌تمرینی انجمن فرانسوی طب ورزشی) که شامل ۵۴ سؤال با پاسخ‌های "بلی، خیر" در روزی که نمونه‌های بزاق گرفته شد، تکمیل کردند. همبستگی بین داده‌های هورمونی و نمره حاصل از پرسشنامه بیش‌تمرینی با استفاده از ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن تحلیل شد.

نتایج داده‌ها ارتباط منفی و معکوس معناداری را بین نمرات حاصل از پرسشنامه و غلظت تستوسترون را نشان داد ($r = -0/53$ ، $p < 0/05$)، در حالی که بین نمرات حاصل از پرسشنامه و غلظت کورتیزول رابطه معناداری مشاهده نشد ($r = 0/22$ ، $p > 0/05$). همچنین، بین نمرات



حاصل از پرسشنامه و نسبت تستوسترون به کورتیزول رابطه منفی و معکوس معنی‌دار به دست آمد ($r = -0/52$, $p < 0/05$).

نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که غلظت تستوسترون و نسبت تستوسترون به کورتیزول رابطه منفی معنی‌داری با نمره به دست آمده در پرسشنامه بیش‌تمرینی دارد و همین پرسشنامه برای بررسی تغییرات در تستوسترون (یک هورمون آنابولیک) نسبت به تغییرات در کورتیزول (یک هورمون کاتابولیک) برای تعیین میزان خستگی مفیدتر است.

کلیدواژه‌های فارسی: کورتیزول، تستوسترون، بیش‌تمرینی، پرسشنامه علائم اولیه بیش‌تمرینی.

مقدمه

بسیاری از ورزشکاران حرفه‌ای مدت زمانی طولانی را در اردوهای مختلف تمرینی و تحت فشارها و استرس‌های جسمانی و روانی قرار دارند. این فشارها و استرس‌ها ممکن است در طولانی‌مدت اثرات نامطلوبی را برای ورزشکاران به دنبال داشته باشد. یکی از همین مشکلات که در سال‌های اخیر بسیاری از ورزشکاران حرفه‌ای با آن دست به گریبان هستند، پدیده بیش‌تمرینی^۱ است (۱). بسیاری از متخصصان پدیده بیش‌تمرینی را روندی طولانی‌مدت می‌دانند که در اثر به هم خوردن تعادل بین جلسات تمرینی سنگین و فواصل استراحت بین این جلسات به وقوع می‌پیوندد (۳-۱). پدیده بیش‌تمرینی با نشانه‌های مختلفی همراه است و سبب بروز مشکلاتی برای ورزشکاران می‌شود. مهم‌ترین مشکلات ناشی از پدیده بیش‌تمرینی عبارتند از مشکلات فیزیولوژیکی، روانی، عملکردی و ایمنولوژیکی (۳). چنانچه پدیده بیش‌تمرینی به موقع شناسایی و 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 آن‌ها بتوانند تا حدودی فشار تمرینات را کنترل کنند. هرچند که کنترل دقیق میزان فشار تمرینات به علت مسائلی از قبیل تفاوت در آمادگی ورزشکاران بسیار مشکل است. یکی از روش‌های آزمایشگاهی که برای بررسی

^۱ . Overtraining

وضعیت جسمانی و روانی ورزشکاران به کار می‌رود، بررسی تغییرات هورمون‌های بدن با خاصیت آنابولیک و کاتابولیک است که در این بین نقش هورمون تستوسترون^۱ به‌عنوان مهم‌ترین هورمون آنابولیک و کورتیزول^۲ به‌عنوان مهم‌ترین هورمون کاتابولیک بسیار حائز اهمیت است (۴ و ۱). متخصصان عنوان کرده‌اند که این هورمون‌ها در پاسخ به تمرینات ورزشی، فشارها و استرس‌های جسمانی و روانی دچار تغییراتی می‌شوند. چنانچه فواصل استراحتی کافی بین تمرینات وجود نداشته باشد، تغییرات این هورمون‌ها به‌گونه‌ای است که بدن را در وضعیت کاتابولیسم قرار می‌دهد. این امر به‌دلیل کاهش میزان تستوسترون و افزایش میزان کورتیزول است. در واقع نسبت تستوسترون به کورتیزول که نشان‌دهنده چگونگی متابولیسم و نسبت شرایط آنابولیک به کاتابولیک در بدن است، یکی از نشانه‌های پدیده بیش‌تمرینی می‌باشد. چنانچه این نسبت بیش از ۳۰ درصد کاهش پیدا کند می‌توان عنوان کرد ورزشکار در معرض ابتلاء به پدیده بیش‌تمرینی قرار دارد (۵). تستوسترون همراه با چند هورمون آنابولیک دیگر مانند هورمون رشد (GH)، انسولین و فاکتور رشد شبه انسولین (IGF1) تأثیر پیچیده‌ای بر عضلات داشته و با افزایش سنتز پروتئین سبب بروز سازگاری‌های 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 (۶-۸). با توجه به نکات فوق‌الذکر، به‌طور کلی روش‌های آزمایشگاهی نیازمند صرف هزینه و وقت زیادی است و همین امر سبب شده است که این روش‌ها همیشه قابل استفاده نبوده و متخصصان به‌دنبال راه‌هایی باشند که بتوانند با صرف هزینه و وقت کمتری به نتایج مشابهی دست پیدا کنند. یکی از روش‌های رایج در سال‌های اخیر، گزارشی است که ورزشکار در ارتباط با وضعیت جسمانی و روانی خود بیان می‌کند. استفاده از این

^۱ . Testosterone

^۲ . Cortisol

روش مستلزم وجود ابزارهایی نظیر پرسشنامه‌ها و نورم‌های استاندارد است که بدین منظور طراحی شده‌اند (۱۰ و ۹). متخصصان برای اطمینان از نتایج حاصل از این پرسشنامه‌ها و نورم‌ها، تحقیقاتی را در زمینه میزان ارتباط نتایج حاصل از این ابزارها با شاخص‌های دقیق‌تر در ارتباط با میزان فشار تمرینات و پدیده بیش‌تمرینی انجام داده‌اند. ماسو^۱ و همکاران (۲۰۰۲)، در مطالعه بر روی بازیکنان حرفه‌ای راگبی، بین نتایج حاصل از پرسشنامه روانی علائم اولیه بیش‌تمرینی و غلظت تستوسترون رابطه معکوس و معنی‌داری را مشاهده کردند (۱). ماریتا^۲ و همکاران (۲۰۰۳)، در پژوهش دیگری بین نتایج حاصل از پرسشنامه روانی و نشانه‌های افسردگی همیلتون و هورمون کورتیزول رابطه مثبت و معناداری یافتند. به‌طور کلی نتایج بسیاری از مطالعات نشان داده است که تمرینات شدید و طولانی‌مدت و وجود فشارها و استرس‌های روانی با افزایش غلظت کورتیزول همراه بوده است (۱۱). با توجه به موارد مذکور، یافتن راه‌هایی برای بررسی میزان فشار ناشی از تمرینات بر روی بازیکنان به‌منظور جلوگیری از به‌وجود آمدن مشکلات احتمالی نظیر پدیده بیش‌تمرینی ضروری به‌نظر می‌رسد.

در پژوهش حاضر محقق بر آن است تا 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 پرورش اندام بپردازد.

روش پژوهش

جامعه و نمونه آماری

1. Maso

2. Marita

جامعه آماری پژوهش حاضر کلیه ورزشکاران نخبه پرورش اندام مرد بودند. تعداد ۱۵ نفر از ورزشکاران پرورش اندام رده ملی به صورت هدفدار به عنوان نمونه 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 همه ورزشکاران نامبرده آزمون دوپینگ به عمل آمده و نتیجه آن منفی بود. سایر متغیرهای مورد بررسی اندازه‌گیری قد، وزن، محاسبه شاخص توده بدنی و درصد چربی ورزشکاران بود.

اندازه‌گیری هورمون‌ها

برای اندازه‌گیری میزان غلظت هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول، در روز استراحت نمونه بزاق ورزشکاران در سه مرحله و به صورت تحریک نشده گرفته شد. مرحله اول ساعت ۸ صبح (بلافاصله پس از برخاستن از خواب)، مرحله دوم ساعت ۱۱ صبح و آخرین مرحله 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 نخبه قدرتی در طول روز نشان می‌داد (۱ و ۱۲).

نمونه 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 منفی ۲۰ درجه فریز شدند. کیت مورد استفاده برای 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.

پرسشنامه علائم اولیه بیش‌تمرینی

پرسشنامه علائم اولیه بیش‌تمرینی، پرسشنامه استاندارد است که یک مؤسسه فرانسوی^۱ آن را طراحی کرده است (گروه مطالعات بیش‌تمرینی انجمن فرانسوی طب ورزشی). پرسشنامه مذکور شامل ۵۴ سوال با پاسخ "بلی، خیر" است. سؤالات پرسشنامه در ارتباط با علائم و نشانه‌های اولیه بیش‌تمرینی از جنبه‌های فیزیولوژیکی، ایمنولوژیکی، عملکردی و روانی است. تعداد پاسخ‌های "بلی" به‌عنوان ملاک نمره‌دهی به پرسشنامه مذکور در نظر گرفته شده است (۱۳ و ۱۴). همان‌گونه که عنوان شد پرسشنامه مذکور یک پرسشنامه استاندارد شده است که در چندین پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است (۱، ۲، ۱۴) اما به‌منظور اطمینان بیشتر از نتایج حاصل از آن روایی پرسشنامه مذکور با نظرسنجی از استادان تربیت‌بدنی و روان‌شناسی تأیید شد و پایایی پرسشنامه نیز با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ به‌دست آمد که برابر با ۰/۹۴ بود.

پرسشنامه علائم اولیه بیش‌تمرینی هم‌زمان با نمونه‌گیری بزاق از بازیکنان به آن‌ها داده شد و پس از ارائه توضیحات مختصری در ارتباط با اهداف تحقیق و اطمینان خاطر از محرمانه بودن نتایج حاصله، از ورزشکاران خواسته شد با دقت و صداقت به سؤالات پاسخ دهند. با توجه به رتبه‌ای بودن داده‌های جمع‌آوری شده، از آمار توصیفی و ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن و نسخه ۱۳ نرم افزار SPSS استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج تحقیق حاضر نشان داد بین میانگین غلظت تستوسترون در طول روز و نتایج حاصل از پرسشنامه علائم اولیه بیش‌تمرینی رابطه معکوس و معنی‌داری

^۱. Consensus group on overtraining of the Societe Francaise de Medecine du Sport

($r = -0/53$, $p \leq 0/05$) وجود دارد. از سوی دیگر بین میانگین نسبت تستوسترون به کورتیزول در طول روز و نتایج حاصل از پرسشنامه علائم اولیه بیش‌تمرینی نیز رابطه معکوس و معنی‌داری ($r = -0/52$, $p \leq 0/05$) مشاهده شد، درحالی‌که بین میانگین غلظت کورتیزول در طول روز و نتایج حاصل از پرسشنامه رابطه معناداری ($r = 0/22$, $p \geq 0/05$) 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 به‌دست آمده از تحقیقات دیگری است که با استفاده از این پرسشنامه انجام گرفته است (۱).

ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها و میانگین غلظت تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول در طول روز و به تفکیک ساعات نمونه‌گیری در جداول شماره ۱ و ۲ ارائه شده است. در جدول شماره ۳ نیز میزان ارتباط نتایج پرسشنامه و غلظت تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول در طول روز نشان داده شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها

| مشخصات فردی آزمودنی‌ها | میانگین \pm انحراف معیار |
|--------------------------------------|----------------------------|
| سن (سال) | $22/8 \pm 3/80$ |
| قد (سانتی‌متر) | $178 \pm 6/50$ |
| وزن (کیلوگرم) | $86/54 \pm 10/30$ |
| شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع) | $28/07 \pm 2/40$ |
| چربی بدن (درصد) | $9/87 \pm 2/67$ |

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

| هورمون‌ها | تستوسترون (نانوگرم بر میلی‌لیتر) | کورتیزول (نانوگرم بر میلی‌لیتر) | نسبت تستوسترون به کورتیزول |
|-------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| ساعات اندازه‌گیری | | | |
| ۸ صبح | $0/84 \pm 0/19$ | $10/8 \pm 2/70$ | $0/084 \pm 0/04$ |
| ۱۱ صبح | $0/59 \pm 0/18$ | $9/50 \pm 2/80$ | $0/07 \pm 0/05$ |
| ۵ بعد از ظهر | $0/40 \pm 0/20$ | $7/70 \pm 3/20$ | $0/072 \pm 0/08$ |
| میانگین | $0/61 \pm 0/18$ | $9/37 \pm 2/80$ | $0/072 \pm 0/04$ |

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

| ساعات نمونه‌گیری | هورمون‌ها | ضریب همبستگی با نتایج پرسشنامه | p |
|------------------|-----------------------|--------------------------------|------------|
| ۸ صبح | تستوسترون | - ۰/۴۶ | $p > ۰/۰۵$ |
| | کورتیزول | ۰/۱۹ | $p > ۰/۰۵$ |
| | تستوسترون به کورتیزول | - ۰/۵۲ | $p < ۰/۰۵$ |
| ۱۱ صبح | تستوسترون | - ۰/۵۲ | $p < ۰/۰۵$ |
| | کورتیزول | ۰/۱۵ | $p > ۰/۰۵$ |
| | تستوسترون به کورتیزول | - ۰/۲۴ | $p > ۰/۰۵$ |
| ۵ بعد از ظهر | تستوسترون | - ۰/۵۶ | $p < ۰/۰۵$ |
| | کورتیزول | ۰/۲۵ | $p > ۰/۰۵$ |
| | تستوسترون به کورتیزول | - ۰/۵۵ | $p < ۰/۰۵$ |
| میانگین | تستوسترون | - ۰/۵۳ | $p < ۰/۰۵$ |
| | کورتیزول | ۰/۲۲ | $p > ۰/۰۵$ |
| | تستوسترون به کورتیزول | - ۰/۵۲ | $p < ۰/۰۵$ |

بحث

هدف از این پژوهش بررسی ارتباط بین غلظت تستوسترون و کورتیزول بزاقی با نمرات حاصل از پرسشنامه علائم اولیهٔ بیش‌تمرینی در ورزشکاران نخبهٔ پرورش اندام بود. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد بین نتایج حاصل از پرسشنامه علائم اولیهٔ بیش‌تمرینی و میانگین غلظت تستوسترون و همچنین نسبت تستوسترون به کورتیزول ($r = -۰/۵۳$ ، $r = -۰/۵۲$ ، $p < ۰/۰۵$) در طول روز رابطهٔ معنی‌دار و معکوس وجود دارد (جدول ۳). یافته‌های تحقیق حاضر تا حدود زیادی با یافته‌های سایر تحقیقات دیگر مطابقت داشت.

ماسو و همکاران (۲۰۰۲)، مطالعه‌ای را بر روی ورزشکاران حرفه‌ای راگبی شاغل در لیگ آمریکا انجام دادند و مشاهده کردند بین غلظت هورمون تستوسترون و برخی از نشانه‌های پدیدهٔ بیش‌تمرینی که با استفاده از پرسشنامه به‌دست آمده بود رابطهٔ معنی‌دار و معکوسی ($r = -۰/۰۶$ ، $p < ۰/۰۱$) وجود دارد (۱). آن‌ها بررسی

تغییرات تستوسترون را به صورت دوره‌ای روش مناسبی برای تشخیص وضعیت ورزشکاران حرفه‌ای و پیشگیری از بیش‌تمرینی عنوان کردند. در تحقیق دیگری گابریل^۱ و همکاران (۱۹۹۵) به بررسی تغییرات هورمون‌های بدن در جریان بیش‌تمرینی پرداختند. و عنوان کردند که در جریان بیش‌تمرینی غلظت تستوسترون کاهش و غلظت کورتیزول افزایش معناداری پیدا می‌کند (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 مطالعاتی که روی ورزشکاران رشته‌های دیگر (غیر قدرتی) مثل فوتبالیست‌ها و دوندگان استقامتی انجام گرفته است، چنین رابطه‌ای در ارتباط با تستوسترون مشاهده نشده است. هندزسکی^۲ و همکاران (۲۰۰۶)، به بررسی تغییرات تستوسترون، کورتیزول و ACTH در بازیکنان نخبه فوتبال در معرض بیش‌تمرینی، پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد، میزان کورتیزول در انتهای فصل مسابقات افزایش معنی‌داری داشت و حتی در برخی از بازیکنان نیز این افزایش 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 رشته فوتبال و رشته‌هایی نظیر آن باشد که نیازمند انجام تمرینات استقامتی سنگین هستند. این تمرینات استقامتی سنگین و عدم وجود فواصل استراحتی کافی بین آن‌ها در طولانی‌مدت سبب پرکاری محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال شده و به دنبال آن غلظت هورمون ACTH افزایش پیدا می‌کند، این امر نیز بلافاصله سبب افزایش غلظت

^۱ . Gabriel et al

^۲ . Handziski

کورتیزول می‌شود (۱۱ و ۴). کوک^۱ (۱۹۹۰)، پس از انجام تحقیقات خود، عنوان کرد افزایش میزان غلظت کورتیزول رابطه معناداری با کاهش میزان تستوسترون دارد (۱۷). با توجه به اینکه معمولاً ورزشکاران حرفه‌ای پرورش اندام از انجام تمرینات استقامتی سنگین خودداری می‌کنند، به نظر می‌رسد در این ورزشکاران پدیده بیش‌تمرینی، بیشتر سبب تغییرات غلظت تستوسترون و سازگاری منفی آن می‌شود که در نهایت کاهش غلظت تستوسترون را موجب می‌گردد. در تحقیق حاضر نیز ورزشکارانی که با توجه به نتایج پرسشنامه دارای نشانه‌های بیشتری در ارتباط با پدیده بیش‌تمرینی بودند غلظت تستوسترون پایین‌تری نیز داشتند. از سوی دیگر، همان‌گونه که عنوان شد نسبت تستوسترون به کورتیزول یکی از شاخص‌های مهم 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، تغذیه 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 استرس‌های فیزیکی و روانی بر ورزشکاران است، اما توجه به این نکته ضروریست که این کاهش نسبت که در واقع نوعی سازگاری منفی در پاسخ به تمرینات سنگین است، ممکن است به دو دلیل باشد: (۱) کاهش میزان غلظت تستوسترون (۲) افزایش میزان غلظت کورتیزول. هرچند که در پاره‌ای از موارد این دو دلیل هم‌زمان به‌وقوع پیوسته است (۲). با توجه به مطالعات 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 به‌وقوع پیوسته است (۱۹).

1. Cooke

از سوی دیگر نتایج تحقیق حاضر رابطه معنی‌داری 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 بر وجود رابطه بین علائم بیش‌تمرینی و غلظت کورتیزول دلالت داشته‌اند. فایر^۱ 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). همان‌طور که پیش از این نیز ذکر شد به‌نظر می‌رسد علت این تفاوت را باید در ماهیت رشته‌های قدرتی نظیر پرورش اندام 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 به‌نظر می‌رسد اثرات پدیده بیش‌تمرینی با توجه به ماهیت رشته ورزشی تا حدودی متفاوت باشد اما به‌طور کلی باید به این نکته توجه داشت که پدیده بیش‌تمرینی به هر شکلی چنانچه به‌وقوع بپیوندد ورزشکار را ماه‌ها از میادین ورزشی و سطح مطلوب عملکرد دور خواهد کرد. به‌طور کلی بسیاری از محققان مهم‌ترین سازوکار دخیل در تغییرات غلظت هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول تولید شده در جریان بیش‌تمرینی را سازگاری منفی در محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - آدرنال و همچنین محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - بیضه می‌دانند. این سازگاری منفی به‌گونه‌ای است که سبب افزایش میزان غلظت کورتیزول و کاهش غلظت تستوسترون خواهد شد (۱۷ و ۲۵-۲۱).

نتیجه‌گیری

¹. Filaire

با توجه به نتایج سایر تحقیقات و یافته‌های تحقیق حاضر و همچنین وجود رابطه بین نتایج حاصل از پرسشنامه علائم اولیه بیش‌تمرینی و غلظت تستوسترون می‌توان عنوان کرد، پرسشنامه علائم اولیه بیش‌تمرینی می‌تواند ابزار مناسبی برای شناسایی و پیشگیری از پدیده بیش‌تمرینی باشد. ضمن اینکه به‌نظر می‌رسد بررسی دوره‌ای تغییرات غلظت تستوسترون در ورزشکاران قدرتی نظیر پرورش اندام می‌تواند روش مناسبی برای بررسی وضعیت متابولیسم بدن در پاسخ به تمرینات سنگین و همچنین پیشگیری از ابتلا به پدیده بیش‌تمرینی باشد.

تقدیر و تشکر

با توجه به حمایت مالی و معنوی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه اصفهان از تحقیق حاضر تشکر و قدردانی خود را از کلیه مسئولان، دستیاران و افرادی که با شرکت خود در این پژوهش، امکان دستیابی به آن را میسر نمودند، اعلام می‌داریم.

منابع

1. Maso F, Lac G, Filaire E, Michaux O, Robert A. (2002). Salivary testosterone and cortisol in rugby players: correlation with psychological overtraining items. Br. J. Sport Med. 38 ; 260-263.
2. Aïssa Benhaddad A; Bouix D; Khaled S; Micallef JP; Mercier J; Bringer J; Brun JF. (1999). Early hemorheologic aspects of overtraining in elite athletes. Clin Hemorheol Microcirc. 20 (2): 117-25.
3. Fry RW, Morton A, Keast D. (1991). Overtraining in athletes: An Update. Sports Medicine. 12(1): 32-65.

4. Kraemer WJ. (1997). A series of studies: The physiological basis for strength training in American football: fact over philosophy. *J Strenght Cond Res* : 11: 131-42.
5. Handziski Z, Maleska V, Petrovska S, Nikolik S. (2006). The changes of ACTH, cortisol, testosterone and testosterone/ cortisol ratio in professional soccer players during a competition half- season. *Bratisl Lek Listy*: 107 (6-7): 259- 263.
6. Sheffield M, Urban R. (2004). An overview of the endocrinology of skeletal muscle. *Terends Endocrinol Metab*. 15: 110- 115.
7. Kraemer WJ, Chadc L, Jeff S, Volek A, Robbin B. (2001). The effect of heavy resistance exercise on the circadian rhythm of salivary testosterone in men: *Eur.J. Appl. Physiol*. 84: 13-18.
8. Budgett R.(1998). Fatigue and underperformance in athletes: The overtraining syndrome. *Br J Sport Med* :32:107-10.
9. Rodrigo NA; Leonardo OPC; Dietmar MS. (2006). Monitoring and prevention of overtraining in athletes. *Rev Bras Med Esporte* 12(5): 262-266.
10. Kellmann M, Kallus KW. (2001). Recovery stress questionnaire for athletes: user manual. Champaign (IL): Human Kinetics.
11. Marita P, Dirk H, Jens C, Sonia J. (2003). Self- reported Depressive symptoms and stress levels in healthy young men: associations with the cortisol response to awakening. *Psychosomatic Medicine* 65: 92-99.
12. Michael R, Alison D, Egan F, Carl F. (2004). Salivary cortisol responses and perceived exertion during high intensity and low intensity bouts of resistance exercise. *Journal of sports science and medicine*. 3: 8-15.
13. Brun JF, Bouix O, Fedou C, Kamar ME, Orsetti A. (1993). Analyse des signes subjectifs du surentrainement sportifs chez 6 adeptes du Tae Kwon Do. *Science Et Sports*: 8(1): 17-20.
14. Monnier JF, Benhadad A, Micallef JP. (2000). Reletionship between blood viscosity and insulin- like growth factor I status in athlete. *Clin Hemorheol Microcirc*. 22: 277-86.
15. Gabriel H, Urhausen A, Kindermann W. (1995). Blood hormones as markers of training stress and overtraining. *Sports Medicine*. 20: 251-276.
16. Kraemer WJ, Fragala MS, Watson G, Volek JS, Rubin MR, French DN, Maresh CM, Vingren JL, Hatfield DL, Spiering BA, Yu-Ho J, Hughes SL, Case HS, Stuempfle KJ, Lehmann DR, Bailey S, Evans DS. (2008). Hormonal Responses to a 160-km race across frozen Alaska. *British Journal of Sports Medicine*. *Br J Sports Med*. 42(2):116-20.

17. Cooke R, McIntosh JEA, Mc Intosh RP. (1990). Is cortisol an important factor in the serum binding of testosterone? Proceeding of the endocrine society Aus. 33: S53.
18. Adlercreutz H, Harkonen M, Kuoppasalmi K, Naveri H, Huhtaniemi I, Tikkanen H, Remes K, Dessypris A, Karvonen J. (1986). Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. Int J sports Med. 7(1): 27-28.
19. Mark S, Jennifer L, Copeland, Walter H. (2004). Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. Journal of Applied Physiology. 96: 531-539.
20. Filaire E, Bernain X, Sagnol M, Lac G. (2001). Preliminary result on mood state , salivary testosterone: cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. Eur J Appl Physiol. 86(2): 179-84.
21. Lehman M, Knizia K, Gastmann U, Petersen K, Khalaf A, Bauer S, Kerp L, Keul J. (1993). Influence of 6 week- 6 day per week training on pituitary function in recreational athletes. British journal of sports medicine. 27: 186- 192.
22. Lehman M, Gastmann U, Baur S, Liu Y, Lormes W, Opitz- Gress A, Reissnecker S, Simsch C, Steinacker J. (1999). Selected parameters and mechanisms of peripheral and central fatigue and regeneration in overtrained athletes. Overload performance incompetence and regeneration in sport. New york: kluwer academic/ plenum publishers. P: 7-25.
23. Meeusen R, Piacentini M, Busschaert B, Buyse L, Schutter G, Stray J. (2004). Hormonal response in athletes: the use of a two bout exercise protocol to detect subtle differences in (over) training status. European journal of applied physiology. 91: 140- 146.
24. Romin M, Martine D, Michael G, Gerard G, Jurgen S, Axel U. (2006). Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome. European journal of sport science. 6 (1): 1-14.
25. Urhausen A, Gabriel H, Weiler B, Kindermann W. (1998). Ergo metric and psychological finding during overtraining: a long- term follow- up study in endurance athletes. International journal of sports medicine. 19: 114-120.