

تأثیر ورزش تاحد خستگی بر روی هورمون‌های پرولاکتین، تستوسترون و دهیدرواپی آندروستن سولفات (DHEA-S) در مردان دوندۀ

ژاله باقری حمزیه علیا^۱، محمد حسن خادم انصاری^{۲*}، پری‌چهر یغمایی^۳

تاریخ دریافت ۱۳۸۹/۰۴/۰۵ تاریخ پذیرش ۱۳۸۹/۰۶/۰۷

چکیده

پیش زمینه و هدف: اثر ورزش تا حد خستگی روی هیپوتالاموس هنوز به صورت مبهم باقی است تمرینات به عنوان یک تحریک کننده قوی برای سیستم اندوکرینی شناخته شده است تغییرات هورمون‌ها نسبت به ورزش به فاکتورهای مختلفی از قبیل وسعت، مدت زمان، نوع ورزش و تمرینات قبلی بستگی دارد. **مواد و روش کار:** در این مطالعه ورزشکاران دوندۀ از بین ۱۳۰ نفر داوطلب مرد به طور تصادفی ۱۶ نفر انتخاب گردید خون‌گیری قبل از دویدن، دویدن نیم ساعت در میدان دو و ۳ ساعت استراحت داده شد. بیماری‌های آندوکرینی، قلبی، و دیابت باعث حذف آن‌ها در این آزمون شد. نتایج بدست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS و آزمون تی جفتی تحلیل شده است و $P < 0/05$ دارای ارزش می‌باشد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه نشان داد تغییرات به‌صورت افزایش معنی‌داری ($P < 0/05$) در میزان پرولاکتین و DHEA-S نیم ساعت بعد از ورزش دیده شد که این تغییرات بعد از سه ساعت استراحت مقادیر به کم‌تر از حالت قبلی برگشت در مورد تستوسترون کاهش معنی‌داری ($P < 0/05$) نیم ساعت بعد از ورزش مشاهده که سه ساعت بعد از استراحت به حالت اول بر می‌گردد.

بحث و نتیجه گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که ورزش تا حد خستگی می‌تواند باعث افزایش سطح پرولاکتین و DHEA-S و کاهش سطح تستوسترون گردد که این تغییرات سه ساعت بعد از استراحت به حدود مقادیر ناشتا کاهش می‌یابد.

کلید واژه‌ها: ورزش تا حد خستگی، پرولاکتین، تستوسترون و DHEA-S

مجله پزشکی ارومیه، دوره بیست و یکم، شماره پنجم، ص ۳۹۷-۳۹۱، بهمن و اسفند ۱۳۸۹

آدرس مکاتبه: ارومیه، دانشکده پزشکی، گروه بیوشیمی تلفن: ۰۹۱۴۱۴۱۵۸۷۹

Email: mhansari1@gmail.com

مقدمه

بستگی دارد که شامل شدت ورزش کردن، طول زمان، نوع ورزش و طرز آموزش افراد می‌باشد (۲). هورمون یک پیام رسان شیمیایی است که توسط سلول در یک بخشی از بدن آزاد می‌شود و پیام را تحت تأثیر سلول‌ها به بخش‌های دیگری از ارگانیسم می‌فرستد (۳).

ورزش تا حد خستگی شامل هر نوع فعالیتی است که باعث افزایش ضربان قلب و ضربان تنفس می‌شود (۱). ورزش به عنوان تحریک کننده قوی سیستم اندوکرینی شناخته شده است حساسیت‌های هورمونی به ورزش به چندین عامل

^۱ کارشناس ارشد، گروه بیوشیمی، دانشگاه آزاد اسلامی علوم تحقیقاتی تهران

^۲ دانشیار، گروه بیوشیمی بالینی، دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی ارومیه (نویسنده مسئول)

^۳ استادیار، گروه بیوشیمی، دانشگاه آزاد اسلامی علوم تحقیقاتی تهران

دهیدرواپی آندروستن سولفات یک نسخه سولفات دهیدرواپی آندروستن می‌باشد که این تبدیل توسط سولفور ترانسفراز برگشت پذیر کاتالیز می‌شود مقدار دهیدرواپی آندروستن سولفات در خون ۳۰۰ برابر بیشتر از دهیدرواپی آندروستن می‌باشد (۱۸).

کاهش سطح DHEA-S ممکن است ناشی از نارسایی فوق کلیه یا Hypopituitarism باشد که منجر به کاهش سطح هورمون‌های هیپوفیزی می‌گردد که تولید و ترشح هورمون‌های فوق کلیه را تنظیم می‌کند. افزایش سطح DHEA-S در موقع تومور آدرنوکورتیکال دیده می‌شود همچنین در صورت وجود سرطان آدرنال، یا هیپرپلازیای آدرنال (۱۹).

مطالعات اخیر نشان داده‌اند که غلظت DHEA-S سرم در دوندگانی که ورزش تا حد مقاومت را انجام دادند در مقایسه با دوندگانی که به آرامی دویدند و یا در حال استراحت کردن هستند خیلی بیشتر است این میزان در دوندگانی که ورزش تا حد خستگی را انجام دادند کم‌ترین هست (۲۰).

مواد و روش کار

ورزشکاران دونده که یک سال سابقه دویدن داشتند به طور آگهی دعوت به همکاری شدند از بین ۱۳۰ نفر داوطلب مرد به طور تصادفی ۱۶ نفر توسط پرسش‌نامه مبنی بر سن (۲۲-۳۵ سال) و نداشتن بیماری‌های آندوکرینی، قلبی، ناراحتی‌های مزمن و دیابت انتخاب شدند. توضیحات کامل در مورد این آزمون شامل ناشتا بودن، خون‌گیری قبل از ورزش، دویدن نیم ساعت در میدان دو و ۳ ساعت استراحت بود که در هر مرحله خون‌گیری جداگانه انجام گردید. نمونه‌های خون ۱۵ دقیقه بعد از گذاشتن در حرارت اتاق، سرم جدا و تا روز آزمایش در ۴۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد در روز آزمایش پس از ذوب شدن سرم آن‌ها را با روش کمی لومینسانس که یک روش دقیق برای اندازه‌گیری هورمون‌ها می‌باشد با استفاده از کیت‌های مربوطه و با استفاده از منحنی استاندارد در ۳ مرحله قبل از ورزش، نیم ساعت بعد از ورزش و سه ساعت استراحت بعد از ورزش به همراه کنترل‌های با مقدار بالا و پایین اندازه‌گیری شدند.

آزمایش پرولاکتین:

آزمایش پرولاکتین در آنالیز لیزون (Liaison, Italy and Spania) انجام گرفت. در این آزمایش پرولاکتین با استفاده از کیت پرولاکتینی (Diasorin S. P. A – Saluggia - Italy) با آنتی پرولاکتین - آنتی بادی مونوکلونال موشی با استفاده از ایزولومینول، آنتی بادی - آنتی پرولاکتین و محلول کونژوگه به صورت یک ایمنو اسی کمی لومینسانس ساندویچی اندازه‌گیری شد.

پرولاکتین یک هورمون پپتیدی لوتئوتروپیک تک زنجیره‌ای با ۱۹۸ اسید آمینه و وزن مولکولی نزدیک به ۲۳ کیلودالتون می‌باشد که در سلول‌های اسیدوفیلیک غده هیپوفیز قدامی ساخته می‌شود و بعد از آزاد شدن توسط هیپوتالاموس کنترل می‌شود (۴) زن تولید کننده پرولاکتین بر روی کروموزوم شماره شش قرار گرفته است (۵) پرولاکتین غدد پستانی را برای تولید شیر تحریک می‌کند با افزایش پرولاکتین سرم در طول حاملگی تأثیر مستقیم بر روی سینه‌ها گذاشته و باعث توقف ترشح شیر می‌گردد و تنها زمانی که بچه متولد شد شیر شروع به ترشح می‌کند (۶). مطالعات نشان داده است که پرولاکتین پلازما بعد از ورزش به صورت دویدن بر روی ترسیم نسبت به افراد غیر ورزشکار افزایش بالایی را داشته است که این افزایش ممکن است با تحریک توسط کورتیزول انجام شده باشد (۷). در یک مطالعه دیگر نشان داده شده است که مقدار پرولاکتین بعد از ورزش تا حد خستگی بالا رفته و ۳۰ دقیقه بعد از آن در حد بالا باقی مانده است (۸).

تستوسترون یک استروئید آندروژن می‌باشد که در هر دو جنس مرد و زن دیده می‌شود اگر چه سطح آن در هر دو جنس متفاوت است این هورمون بطور اولیه در بیضه‌های مردان ترشح می‌شود اگر چه مقدار اندکی هم توسط غده ادرنال ترشح می‌شود (۹) شبیه دیگر هورمون‌های استروئیدی تستوسترون از کلسترول ساخته می‌شود (۱۰). افزایش سطح تستوسترون نشان دهنده تومور آندوژنی می‌باشد (۱۱،۱۲).

اثرات تستوسترون را به دو شکل آندروژنیک و آنابولیک طبقه‌بندی می‌کنند. اثرات آنابولیک شامل رشد توده عضلانی و استحکام و قدرت آن، افزایش تراکم و قدرت استخوان و تحریک رشد طولی و بلوغ استخوان می‌باشد (۱۳) اثرات آندروژنیک شامل بلوغ اندام‌های جنسی به ویژه اندام جنسی مردانه می‌باشد (۱۴). اثرات تستوسترون همچنین بسته به سن وقوع آن‌ها طبقه‌بندی می‌شوند. (۱۵) مطالعات نشان دادند که دویدن روزانه به مدت ۳۰ دقیقه بر روی دستگاه ترسیم باعث افزایش سطح تستوسترون تا ۲۵ درصد و در دوندگان ماراتونی که دویدن سخت انجام دادند سطح تستوسترون به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت (۱۶).

دهیدرواپی آندروستن (DHEA) یک استروئید چند عملکردی است که طیف گسترده‌ای از اثرات بیولوژیکی را در انسان و دیگر پستانداران همراه با استر سولفات آن دهیدرو اپی آندروستن سولفات (DHEA-S) ایجاد می‌کند دهیدرواپی آندروستن فراوان‌ترین استروئید در انسان‌هاست که به وسیله غده فوق کلیه ساخته می‌شود این استروئید همچنین به صورت denove در مغز ساخته می‌شود (۱۷).

آزمایش تستوسترون:

سنجش تستوسترون به صورت مستقیم با استفاده از کمی لومینسانس رقابتی توسط کیت مربوطه (Diasorin S. P. A – Saluggia – Italy) با دستگاه آنالیزر لیزون انجام گرفت. ذرات مغناطیسی که با آنتی مونوکلونال موشی پوشیده شده بر علیه تستوسترون و ایمونوگلوبولین بز با استفاده از یک مشتق ایزولومینول اندازه گیری شد.

آزمایش DHEA-S

از روش کمی لومینسانس با استفاده از دستگاه لیزون باکیت مربوطه (Diasorin S. P. A – Saluggia – Italy) انجام یافت. روش تشخیص کمی DHEA-S یک روش اتصالی رقابتی با سنجش کمی لومینسانس می باشد

یافته‌ها

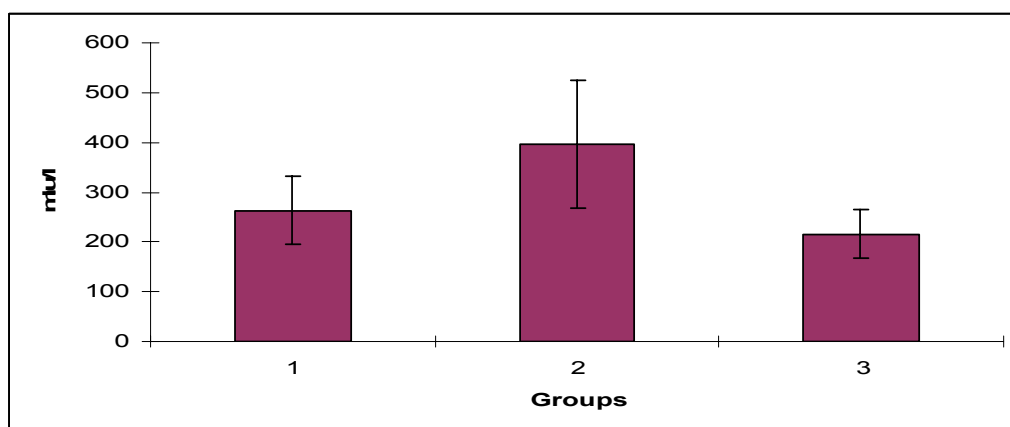
میانگین پرولاکتین در بین ورزشکاران دهنده مرد به تعداد ۱۶ نفر به صورت ناشتا، نیم ساعت بعد از ورزش کردن و سه ساعت بعد از استراحت کردن به ترتیب $۶۸/۶ \pm ۲۶۳/۲۶$ ، $۳/۱۲۸ \pm ۳/۳۹۶$ و $۴۹/۲ \pm ۴۶/۲۱۵$ mlu/l بود آزمایشات فوق نشان می دهد که زمان ناشتا با نیم ساعت بعد از ورزش ($p = ۰۰۱/۰$) و سه ساعت بعد از استراحت ($p = ۰۱۸/۰$) تغییرات مهمی داشته است در ضمن نیم ساعت بعد از ورزش با ۳ ساعت بعد از استراحت نیز ($p = ۰۰۱/۰$)

تغییرات معنی داری را داشته است. نتایج این آزمایش در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.

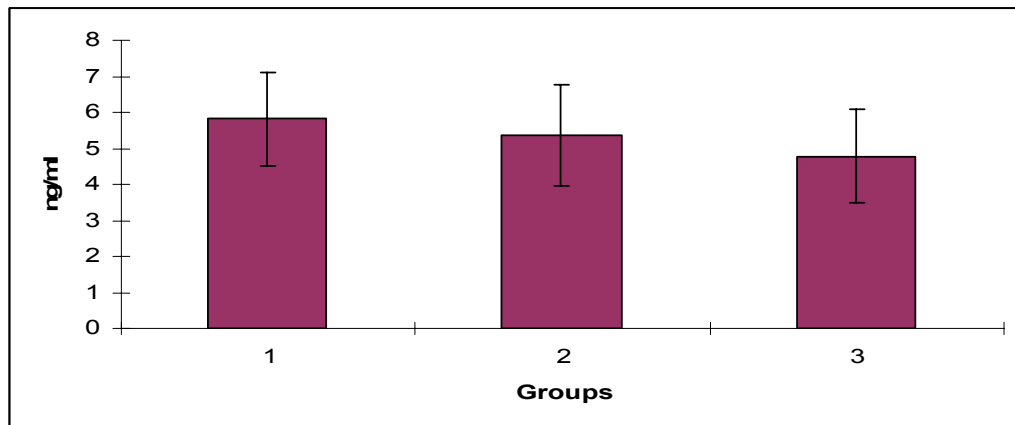
میانگین تستوسترون در بین ورزشکاران دهنده مرد به تعداد ۱۶ نفر به صورت ناشتا، نیم ساعت بعد از ورزش کردن و ۳ ساعت بعد از استراحت کردن به ترتیب $۳/۱ \pm ۸۱/۵$ ، $۳۷/۵ \pm ۳۷/۴$ و $۳/۱ \pm ۷۸/۴$ ng/ml بوده است آزمایشات فوق نشان داد که زمان ناشتا با نیم ساعت بعد از ورزش کردن ($p = ۰۱۵/۰$) و سه ساعت بعد از استراحت ($p = ۰۰۱/۰$) تغییرات معنی داری داشته است همچنین نیم ساعت بعد از ورزش کردن با سه ساعت بعد از استراحت هم ($p = ۰۱/۰$) تغییرات معنی دار بودند. نتایج این آزمایش در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.

میانگین DHEA-S در بین ورزشکاران دهنده مرد به تعداد ۱۶ نفر بصورت ناشتا، نیم ساعت بعد از دویدن و سه ساعت بعد از استراحت کردن به ترتیب $۶۵ \pm ۲۵/۲۰۶$ ، $۵/۹۴ \pm ۳۷/۲۵۳$ و $۷۴/۴۰ \pm ۷۵/۱۷۵$ ng/ml بوده است نتایج فوق نشان می دهد که زمان ناشتا با نیم ساعت بعد از ورزش کردن ($p = ۰۱۱/۰$) و زمان ناشتا با ۳ ساعت بعد از استراحت ($p = ۰۳/۰$) و نیم ساعت بعد از دویدن با سه ساعت بعد از استراحت ($p = ۰۰۱/۰$) تغییرات معنی داری داشته است.

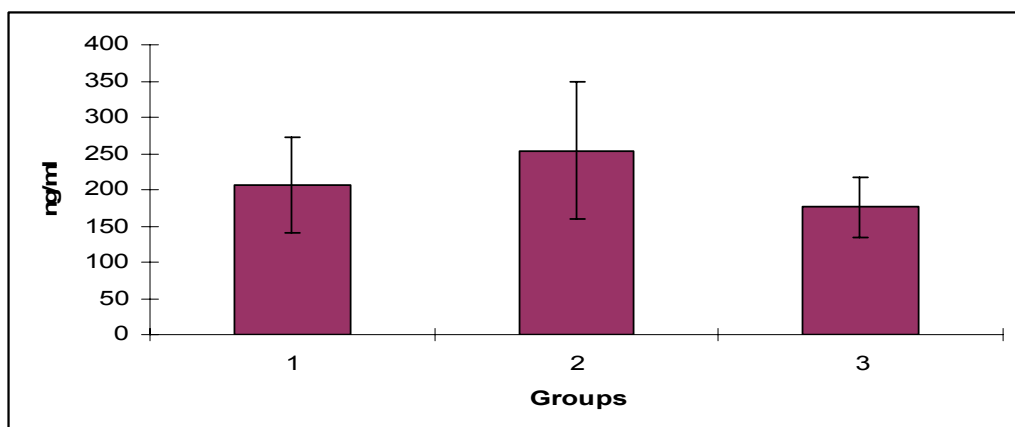
نتایج این آزمایش در شکل شماره ۳ نشان داده شده است.



شکل شماره (۱): میانگین تغییرات مربوط به آزمایشات پرولاکتین (۱- ناشتا ۲- نیم ساعت بعد از دویدن ۳- سه ساعت بعد از استراحت کردن)



شکل شماره (۲): میانگین تغییرات مربوط به آزمایشات تستوسترون (۱- ناشتا ۲- نیم ساعت بعد از دویدن ۳- سه ساعت بعد از استراحت کردن)



شکل شماره (۳): میانگین تغییرات مربوط به آزمایشات دهیدرواپی آندروستن سولفات (۱- ناشتا ۲- نیم ساعت بعد از دویدن ۳- سه ساعت بعد از استراحت کردن)

بحث و نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات فیزیکی مداوم (ورزش تا حد خستگی) می‌تواند باعث افزایش سطح پرولاکتین و دهیدرو اپی آندروستن سولفات (DHEA-S) و کاهش سطح تستوسترون گردد. هدف از این مطالعه یافتن حساسیت‌های هورمونی به ورزش تا حد خستگی در یک گروه مشخص از دوندگان می‌باشد که در سه نوبت این مطالعه انجام گرفت. (ناشتا، نیم ساعت بعد از دویدن، سه ساعت بعد از استراحت کردن) این گروه دوندگان سنشان بین ۲۳-۳۵ سال بودند. اگر چه تأثیر سن بر روی تغییرات هورمونی مشخص نشده است. در مطالعه رابرت و همکاران که اثرات ورزش تا حد خستگی را بر روی محور تیروئیدی - هیپوفیزی در سال ۱۹۸۵ انجام شد تمامی پرولاکتین بعد از یک دوره کوتاه دویدن در هر سه گروه. افزایش نشان داد (۲۱). در مطالعه دیگری که توسط دالی و همکاران در سال ۲۰۰۵ انجام شد مشخص شد که

یک ارتباط مثبت بین میزان پرولاکتین و ورزش تا حد خستگی در مردانی که به سختی آموزش دیده بودند بدست آمد به‌طوری‌که در حالت خستگی ارادی نسبت به حالت پایه افزایش معنی‌داری ($p < 0.05$) در میزان پرولاکتین دیده شد. این افزایش میزان پرولاکتین تا ۶۰ دقیقه بعد از خستگی دیده شد اما در ۹۰ دقیقه بعد از خستگی تغییرات مشخصی در میزان پرولاکتین نسبت به حالت پایه دیده نشد در همین مطالعه میزان تستوسترون به‌طور مشخصی در حالت ۳۰ دقیقه بعد از خستگی افزایش پیدا کرد و در ۹۰ دقیقه بعد از خستگی میزان تستوسترون نسبت به حالت پایه کاهش یافت و این تغییرات ۲۴ ساعت بعد از مسابقه به حالت اولیه بر می‌گردند (۲۲).

در ادامه این بررسی‌ها مطالعاتی که توسط کارکولایز و همکارانش در سال ۲۰۰۸ انجام شد در مقایسه بین یک گروه از دوندگان ماراتونی که به خوبی آموزش دیده بودند و ورزشکاران

میان سال غیر حرفه‌ای حساسیت‌های هورمونی به این شکل بود که پرولاکتین سرم افزایش مشخصی را یک ساعت بعد از مسابقه نشان داد و یک هفته بعد به حالت اولیه برگشت در این مطالعه سطح تستوسترون کاهش یافته و یک هفته بعد از مسابقه به حالت اولیه بر می‌گردد (۲).

در بررسی تغییرات هورمونی در ورزشکاران دهنده با شدت‌های مختلف که توسط کوپاسالمی و همکارانش در سال ۱۹۸۰ انجام شد تغییرات هورمونی تستوسترون در کم‌ترین مسافت و بیشترین مسافت اندازه‌گیری شد در دوندگان مسیرهای طولانی بلافاصله بعد از دویدن غلظت تستوسترون هیچ تغییری نشان نداد اما نیم ساعت بعد از دویدن و یک ساعت بعد از دویدن تغییرات مشخصی دیده شد که به صورت کاهش مشخص در غلظت تستوسترون بود که این کاهش غلظت تا سه ساعت بعد از دویدن هم ادامه داشت (۲۳).

در یک مطالعه دیگر هم که توسط لهن و همکاران در سال ۱۹۹۲ انجام شد میزان تغییرات تستوسترون در دوندگان مسافت طولانی بررسی شد که مشاهدات ناشی از سندرم overtraining بودند که با افزایش شدت دویدن و تمرینات سخت در پایان هفته سوم هیچ تغییری در میزان تستوسترون ایجاد نشد (۲۴).

حساسیت‌های آندوکروینی که در دوندگان ماراتونی توسط سیمپل و همکارانش در سال ۱۹۸۵ مطالعه شد مشخص شد که میزان تستوسترون سرم به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا کرد در همین مطالعه میزان DHEA-S در دوندگان ماراتونی به میزان $p < 0.01$ افزایش نشان داد (۲۵). تغییرات هورمونی به پارو زدن طولانی در مردان قایقران که توسط جورمی و پرچی در سال ۲۰۰۱ مطالعه شد بلافاصله بعد از قایقرانی غلظت تستوسترون با مسافت پیموده شده ارتباط دارد به این صورت که تا دو ساعت اولیه قایقرانی هیچ تغییری در میزان تستوسترون دیده نشد ولی بعد از دو ساعت قایقرانی میزان تستوسترون کاهش یافت (۲۶) در یک مطالعه دیگر که میزان تستوسترون را در دوندگان مسافت طولانی بررسی کردند سطح تستوسترون یک دوره آموزش آرام هیچ تغییری نکرده و ۴ هفته بعد از دویدن هم تغییری در میزان تستوسترون دیده نشد این مطالعه توسط هومارد و همکارانش در سال ۱۹۹۰ انجام شد (۲۷). تریمبلی و همکارانش در سال ۱۹۹۰ در مطالعه‌ای نشان دادند که میزان هورمون تستوسترون در ورزشکارانی که تحت حالات آموزشی مختلف قرار گرفتند در پاسخ به ورزش افزایش نشان داد به ویژه زمانی که ورزش تا حد مقاومت انجام شد در افرادی که تا حد خستگی ورزش کردند این تغییرات نسبت به حد مقاومت کم‌ترین بوده است بعد از یک افزایش ابتدایی در غلظت تستوسترون بعد از ورزش یک کاهش مشخصی

در میزان تستوسترون در طول استراحت دیده شد که این تغییرات وابسته به مدل ورزش کردن و شدت ورزش کردن می‌باشد در همین مطالعه میزان DHEA-S سرم افزایش نشان داد به‌ویژه زمانی که تا حد مقاومت ورزش کردند سطح DHEA-S بعد از استراحت نیز بالا باقی می‌ماند در افرادی که تا حد خستگی دویدند تغییرات هورمونی نسبت به افرادی که تا حد مقاومت آموزش دیدند کم‌ترین است (۲۰). در مطالعه دیگری که توسط محمد رضا صفری‌نژاد و همکارانش در سال ۲۰۰۹ انجام شد تأثیر دویدن شدید و طولانی مدت بر روی تستوسترون بررسی شد در افراد که با شدت زیادی دویدند میزان تستوسترون کم شد (۲۸).

در یک مطالعه دیگر که توسط کیزر و دوستان انجام گردید میزان تغییرات تستوسترون در مردان دهنده که برای دو ماراتون آماده می‌شدند بررسی شد کاهش غلظت تستوسترون وابسته به مسافت میدان مسابقه می‌باشد و این می‌تواند بعد از استراحت به حالت اولیه برگردد. در این مطالعه میزان DHEA-S افزایش یافت و این میزان تا ۱-۲ روز بعد از مسابقه هم بالا باقی می‌ماند با این حال باز هم مقدار DHEA-S در سرم دوندگان ماراتونی بیشتر است (۲۹). در یک مطالعه دیگر که توسط کوپلند و دوستان در سال ۲۰۰۵ انجام شد تأثیر مدت زمان ورزش کردن بر روی پاسخ‌های هورمونی استروئیدی بعد از ورزش کردن در مردان تعلیم دیده بررسی شد که در این مطالعه بطور کلی میزان تستوسترون در یک ساعت بعد از دویدن و ۸۰ دقیقه و ۱۲۰ دقیقه بعد از دویدن افزایش یافت و سه ساعت بعد از استراحت کاهش یافت در این مطالعه مشخص شد که برای تحریک افزایش میزان تستوسترون دوندگی بیشتر از ۸۰ دقیقه مورد نیاز است در همین مطالعه میزان DHEA-S سرم یک ساعت بعد از دویدن و ۸۰ دقیقه و ۱۲۰ دقیقه بعد از دویدن افزایش نشان داد و سه ساعت بعد از استراحت کاهش مداوم دیده شد بیشترین مقدار افزایش DHEA-S، ۱۲۰ دقیقه بعد از دویدن بود بنابراین مدت زمان ورزش کردن و شدت ورزش کردن بر روی پاسخ هورمونی مؤثر است (۳۰).

در بررسی تغییرات هورمونی که طی تمرینات مقطعی در مردان دهنده توسط فلین و همکاران در سال ۱۹۹۷ انجام شد با افزایش شدت تمرینات میزان DHEA-S در زمان‌های مختلف به طور مشخصی کاهش یافت (۳۱). در مطالعه دیگری که توسط بون و کیزر در سال ۱۹۸۷ انجام شد غلظت DHEA-S تا مسافت‌های بالای دوندگی افزایش داشته و تا ۲ ساعت هم بالا باقی می‌ماند که علت آن می‌تواند از تولید آدرنوکورتیکال از استروئید از استروئیدها برای مدت زمان طولانی بعد از ورزش باشد (۳۲).

References:

1. Flier JS. Obesity wars: molecular progress confronts an expanding epidemic. *Cell*. 2004;116(2):337-50.
2. Karkoulas K, Habeos I, Charokopos N, Tsiamita M, Mazarakis A, Pouli A, et al. Hormonal responses to marathon running in non-elite athletes. *Eur J Intern Med*. 2008; 19:598-601.
3. Hammes SR. The further redefining of steroid-mediated signaling. *Proentl Acad Sci USA*. 2003; 100: 2168-170.
4. Cooke NE, Coit D, Shine J, Baxter JD, Martial JA. Human prolactin. cDNA structural analysis and evolutionary comparisons. *J Biol Chem*. 1981; 256: 4007-016.
5. Kulick R, Chaiseha Y, Kang S, Rozenboim I, El Halawani M. The relative importance of vasoactive intestinal peptide and peptide histidine as physiological regulators of prolactin in the domestic turkey. *Gen Comp Endocrinol* 2005; 142:267-73.
6. Freeman ME, Kanyicska B, Lerant A, Nagy G. Prolactin: structure, function, and regulation of secretion. *Physiol Rev* 2000; 80:1523-631.
7. Dohi K, Kraemer WJ, Mastro AM. Exercise increases prolactin-receptor expression on human lymphocytes. *J Appl Physiol*. 2003; 94:518-24.
8. Lima NR, Pereira W, Reis AM, Coimbra CC, Marubayashi U. Prolactin release during exercise in normal and adrenalectomized untrained rats submitted to central cholinergic blockade with atropine. *Horm Behav*. 2001;40:526-32.
9. Ismail AA, Astley P, Cawood M, Short F, Wakelin K, Wheeler M. Testosterone assays: guidelines for the provision of a clinical biochemistry service. *Ann Clin Biochem* 1986; 23: 135-45.
10. Liu PY, Pincus SM, Takahashi PY, Roebuck PD, Iranmanesh A, Keenan DM, et al. Aging attenuates both the regularity and joint synchrony of LH and testosterone secretion in normal men: analyses via a model of graded GnRH receptor blockade. *Am J Physiol*. 2006; 290:E34-E41.
11. Mehta PH, Josephs RA. Testosterone change after losing predicts the decision to compete again. *Horm Behav* 2006; 50: 684-92.
12. Barini, A, Liberale I, Menini E. Simultaneous Determination of Free Testosterone and testosterone bound to non-Sex-Hormone-Binding Globulin by Equilibrium Dialysis. *Clin Chem*, 1993; 39: 936-41.
13. Dabbs M, Dabbs JM. Heroes, rogues, and lovers: testosterone and behavior. New York: McGraw-Hill. 2000. ISBN 0-07-135739-4.
14. Brooks RV. Androgens. *Clin Endocrinol Metab*. 1975; 4: 503-20.
15. Schultheiss OC, Campbell KL, McClelland DC. Implicit power motivation moderates men's testosterone responses to imagined and real dominance success. *Horm Behav*. 1999;36: 234-41.
16. Grandys M, Majerczak J, Duda K, Zapart-Bukowska J, Kulpa J, Zoladz JA. Endurance training of moderate intensity increases testosterone concentration in young, healthy men. *J Sports med*. 2009; 30: 489-95.
17. Tchernof A, Labrie F. Dhydroepiandrosterone, obesity and cardiovascular disease risk: A review of human studies. *Eur J Endocrinol*. 2004; 151:1-14.
18. Kroboth PD, Salek FS, Pittenger AL, Fabian TJ, Frye RF. DHEA and DHEA-S: a review. *J Clin Pharmacol*. 1999;39(4):327-48.
19. Celec P, Starka L. Dehydroepiandrosterone- is the fountain of youth drying out? *Physiol. Res*. 2003; 52: 397-407.
20. Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *J Appl Physiol*. 2004; 96:531-39.

21. Smallridge RC, Whorton NE, Burman KD, Ferguson EW. Effects of exercise and physical fitness on the pituitary-thyroid axis and on prolactin secretion in male runners. *Metabolism: clinical and experimental*. 1985;34:949-54.
22. Daly W, Seegers CA, Dobridge JD, Hackney AC. Relationship between stress hormones and testosterone with prolonged endurance exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2005; 93:375-80.
23. Kuoppasalmi K, Näveri H, Härkönen M, Adlercreutz H. Plasma cortisol, androstenedione, testosterone and luteinizing hormone in running exercise of different intensities. *Scand J Clin Lab Invest*. 1980;40:403-09.
24. Lehmann M, Gastmann U, Petersen KG, Bachl N, Seidel A, Khalaf AN, et al. Training-overtraining: performance, and hormone levels, after a defined increase in training volume versus intensity in experienced middle- and long-distance runners. *Br J Sports Med*. 1992; 26:233-42.
25. Semple CG, Thomson JA, Beastall GH. Endocrine responses to marathon running. *Br J Sports Med*. 1985;19:148-51.
26. Jurimae J, Jurimae T, Purge P. Plasma testosterone and cortisol responses to prolonged Sculling in male competitive rower. *J Sports Sci*. 2001;19:893-98.
27. Houmard JA, Costill DL, Mitchell JB, Park SH, Fink WJ. Testosterone, Cortisol, and Creatine Kinase levels in male distance runners during reduced training. *Int J Sports Med*. 1990;11:41-5.
28. Safarinejad MR, Azma K, Kolahi AA. The effects of intensive, long-term treadmill running on reproductive pituitary - testis axis, and semen quality: a randomized controlled study. *J Endocrinol*. 2009; 200:259-71.
29. Keizer H, Janssen GM, Menheere P, Kranenburg G. Changes in basal plasma testosterone, cortisol, and dehydroepiandrosterone sulfate in previously untrained males and females preparing for a marathon. *Int J Sports med*. 1989; 3:S139-45.
30. Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W. Influence of exercise duration on post-exercise steroid hormone responses in trained males. *Eur J Appl Physiol*. 2005;94:505-13.
31. Flynn MG, Pizza FX, Brolinson PG. Hormonal responses to excessive training of cross training. *Int J Sports Med*. 1997;18:191-96.
32. Bonen A, Keizer HA. Pituitary, ovarian, and adrenal hormone responses to marathon running. *Int J Sports Med*. 1987; 3:161-67.