

تأثیر تمرینات هوازی بیشینه و زیر بیشینه بر هورمون های T_3 ، T_4 و TSH در مردان جوان فعال

منیژه پازوکیان^۱، دکتر مقصود پیری^۲، دکتر محمدعلی آذربایجانی^۳، محمدعلی کهن پور^۱

۱. کارشناس ارشد گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز

۲. استادیار گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز

۳. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز

آدرس:

شماره تماس ارائه دهنده مقاله: ۰۹۱۲۳۲۶۰۹۰۷ منیژه پازوکیان

ایمیل:

تاریخ ارسال مقاله: ۳۰ دی ماه ۱۳۸۹

چکیده

نقش تمرین در سوخت و ساز هورمون تیروئید خیلی روشن نیست. یافته‌های متناقض در این رابطه احتمالاً مربوط به شدت تمرین می‌باشد. ۱۰ مرد جوان فعال داوطلب شرکت در پژوهش با میانگین سنی $24 \pm 3/69$ سال، قد $178/7 \pm 6/12$ سانتیمتر و وزن $72/52 \pm 9/59$ کیلوگرم در دو جلسه تمرین هوازی شامل ۳۰ دقیقه دویدن با دو شدت ۷۰ و ۱۰۰ درصد ضربان قلب بیشینه شرکت کردند. قبل، بلافاصله بعد و ۱ ساعت بعد از تمرین، نمونه خونی گرفته شد و برای هر نمونه غلظت سرمی تیروتروپین (TSH)، تیروکسین (T_4) و تری یدوترونین (T_3) اندازه گیری شد. جهت بررسی تغییرات متغیرها از قبل تا بلافاصله بعد و تا ۱ ساعت بعد از تمرین از روش آماری آنووا با اندازه گیری مکرر و جهت مقایسه بین دو جلسه تمرین از آزمون T جفتی استفاده شد. به غیر از T_3 که بلافاصله بعد و ۱ ساعت بعد از تمرین بیشینه کاهش غیرمعنادار ($P > 0.05$) داشت، در تمام موارد دیگر هر سه هورمون افزایش داشتند که در بیشتر موارد بعد از افزایش اولیه به سمت مقادیر استراحتی حرکت کردند اما T_4 در تمرین زیربیشینه به افزایش خود ادامه داد. این تغییرات تنها در مورد T_4 بعد از تمرین زیربیشینه معنادار بود ($P < 0.05$). همچنین تفاوت معنادار بین مقادیر هر سه هورمون در تمرین بیشینه و زیربیشینه مشاهده نشد ($P > 0.05$). با توجه به تغییرات هورمونها و بخصوص T_3 به نظر می‌رسد تمرینات زیربیشینه برای تندرستی و تمرینات بیشینه برای اهداف قهرمانی مناسب هستند.

واژگان کلیدی: هورمون تیروئید، تیروتروپین، تیروکسین، تری یدوترونین، تمرین هوازی

The Effect of Maximal and Sub-maximal Aerobic Trainings on T3, T4, TSH Hormone in Young Active Men

Mantjeh Pazuktan¹,

Dr. Maghsood Piri², Dr M. ASli Azarbayjani³, M. Ali Kohanpur¹

1- Master of sport physiology group – Islamic Azad University central branch

2- Assistant professor of sport physiology group – Islamic Azad university central branch

3- Associate's professor of sport physiology group – Islamic Azad University central branch

ABSTRACT:

The role of training in thyroid hormone's metabolism is not clear enough. Contradictory results in this case are probably related to intensity of training.

Ten active young men applicant have participated in our investigation with average of $24/67 \pm 3/21$ year, $178/67 \pm 6/49$ cm and weight $73/12 \pm 9/96$ kg in two sessions of aerobic training consist of 30 minutes of running with 70% and 100% intensity of maximum heart rate. Samples of blood were collected before, immediately and 1 hour after train and plasma concentrations of TSH, T4, T3 were assayed.

Static calculation were performed ANOVA with repeated measure for variables of T4, T3, TSH before, immediately and after 1 hour of train. Comparisons of hormonal values between two sessions were evaluated by dependant student's t-test.

T3 immediately and 1 hour after maximal training showed decrease but not significant ($P > 0.05$)

Except that in other cases all 3 hormones showed an increase which after primary increase move to rest level but in sub-maximal training T4 continue to up.

These changes after sub-maximal training were significant ($P < 0.05$) was only about T4.

Also there was not any significant difference between values of all 3 hormones in maximal and sub-maximal ($P > 0.05$)

Our result, especially alternate of T3, indicates that sub-maximal training is suitable for health and maximal training is suitable for the sport's aims.

KEYWORDS:

Thyroid Hormone

TSH, T3, T4

مقدمه

نقش تمرین در سوخت و ساز هورمون تیروئید خیلی روشن نیست. هورمون تیروئید اساساً بر روی همه سلول ها و بافت ها عمل می کند و عدم تعادل در عملکرد تیروئید در برخی از شایع ترین بیماری های اندوکرین به وجود می آید. هورمون تیروئید اعمال مستقیم متعددی دارد اما این هورمون به روش های وسیع تری برای مطلوب سازی اعمال چندین هورمون و نوروترانسمیتر دیگر نیز عمل می کند (۱). آثار قلبی عروقی و تنظیم ضربان قلب، آثاری بر میزان متابولیسم پایه، آثار تنفسی، آثار عضله اسکلتی، آثاری بر دستگاه عصبی اتونومی و عمل کاتکول آمین، آثاری بر رشد و بلوغ انسانی، آثاری بر استخوان، بافت سخت و جلد، آثاری بر دستگاه عصبی، آثاری بر اندام های تولید مثلی و غدد اندوکرین، اهمیت غده تیروئید را نشان می دهد (۱). هورمون محرک تیروئید TSH که تیروتروپین نامیده می شود یک هورمون هیپوفیز قدامی بوده که ترشح تیروکسین و تری یدوتیرونین بوسیله غده تیروئید را افزایش می دهد (۳). هورمون اصلی مترشحه غده تیروئید تیروکسین است (T4) که بعداً برای تولید تری یدوتیرونین (T3) فعال ترین هورمون تیروئید، ید خود را از دست می دهد (۱ ، ۲). انتقال T4 برای تولید داخل سلولی T3 محدود کننده سرعت است. در سلول در اکثر مواقع ، T4 همواره به T3 (یا rT3) تبدیل می شود (۱). گزارش های متعددی در دست است که هورمونهای تیروئید در حیوانات (اسب و موش) در اثر تمرین بدنی افزایش پیدا می کند (۵ ، ۶ ، ۷). برخی دیگر از پژوهشگران اظهار کرده اند که تمرین بدنی بر میزان ترشح این هورمونها در حیوانات اثر ندارد (۸). در بررسی های دیگری که پیرامون اثر تمرین بدنی بر ترشح هورمونهای مذکور انجام گرفت مشخص شد که میزان T3 کاهش می یابد ولی T4, TSH تغییر معنی داری پیدا نمی کند (۹ ، ۱۰). بوی دن و همکاران (۱۹۸۴) اثر تمرین دو در زنان را بررسی کردند و نشان دادند که در ۴۸ کیلومتر T3, T4, TSH کاهش یافته ولی در ۸۰ کیلومتر T3, T4 بعد از تمرین افزایش یافته و TSH کاهش می یابد (۱۱). پژوهشگران معتقدند که تغییرات T3, T4 در طی تمرین با شدت و مدت کار همبستگی دارد و باعث تحریکی سمپاتیکی غده تیروئید می شود (۱۲). بسیاری از محققان کاهش معنی داری در غلظت TSH مشاهده نمودند و اظهار کردند که این کاهش ناشی از پاسخ TSH به TRH است (۹ ، ۱۴). عده ای نیز بر این اعتقادند که تمرین بدنی باعث افزایش TSH می شود (۱۳ ، ۱۵). به نظر می رسد که تمرینات شدید و مزمین اثرات مختلفی بر روی هورمونهای تیروئیدی در موشهای صحرایی دارند ، سطوح سرمی هورمونهای تیروئید پس از تمرین شدید افزایش می یابد در حالیکه در اکثر مطالعات با پروتکل های تمرین مزمین این افزایش دیده نمی شود (۱۶). مستوراکس و همکاران (۲۰۰۵) و ویرت و همکاران (۱۹۸۱) افزایش در T3 کل، T4 کل و نسبت T3/rt3 در موش ها بلافاصله پس از تمرین بمدت ۲۰ دقیقه بر روی تردمیل را در مقایسه با موشهای بدون حرکت مشاهده کردند (۱۷ ، ۱۸). در پژوهش سوارس و همکاران (۲۰۰۸) سطوح T3 سرم به تدریج پس از پایان تمرین کاهش یافت و مقادیر ۲ ساعت بعد از پایان تمرین به ۳۰ درصد کمتر از سطوح شاهد رسید، اما T4 سرم به تدریج افزایش یافت (۱۶). کوروتکیوسکی و همکاران (۱۹۸۴) در پژوهشی بر روی زنان چاق هیچ گونه تغییری را در سطوح این هورمون ها مشاهده نکردند (۶۸)، اختلاف در میان این مطالعات احتمالاً بدلیل تفاوت در پروتکل های تمرینی اجرا شده است هم چنان که می دانیم ترشح کاتکولامین بستگی به شدت و مدت تمرین دارد (۱۶). ثابت شده است که تغییر در فعالیت های ترشحاتی در پاسخ به تمرین نه تنها ارتباط نزدیکی با شدت کار عضلانی دارد، بلکه تحت تاثیر استرس (تنش) حرارتی قرار دارد (۱۹ ، ۲۰). و همانطور که می دانیم با افزایش شدت

تمرین، حرارت تولیدی بدن افزایش می‌یابد. در مطالعه دیگری که توسط پوروکار و همکاران (۲۰۰۹) انجام گرفت، نشان داده شده است که سطوح هورمونهای تیروئید TSH, T3 بعد از انجام فعالیت ایروبیک طاقت فرسا افزایش یافت (۲۱). نشان داده شده است که تمرین بیش از اندازه و فعالیت شدید باعث تغییرات معناداری در هورمونهای TSH, T3 می‌شود (۲۱). این تغییرات می‌تواند بر روی متابولیسم چربی، پروتئین و کربوهیدرات‌ها و همچنین تنظیم درجه حرارت تاثیر بگذارد (۲۱). هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر تمرین با دو شدت بیشینه و زیربیشینه بر پاسخ هورمونهای TSH، T4 و T3 سرم در مردان ورزشکار می‌باشد.

مواد و روشها

شرکت کنندگان

شرکت کنندگان در پژوهش شامل ۱۰ مرد جوان فعال با میانگین سنی $24 \pm 3/69$ سال، قد $178/7 \pm 6/12$ سانتیمتر، وزن $72/52 \pm 9/59$ کیلوگرم، حداکثر اکسیژن مصرفی $47 \pm 4/86$ میلی‌لیتر در کیلوگرم در دقیقه و شاخص توده بدن $22/62 \pm 1/88$ کیلوگرم بر مجذور قد به متر بودند که در ۳ سال گذشته حداقل ۲ و حداکثر ۴ روز در هفته، فعالیت بدنی منظم داشتند. با اعلام فراخوان در سطح دانشگاههای تهران و بیان اهداف پژوهش، ۱۰ دانشجوی مرد واجد شرایط و داوطلب شرکت در پژوهش پس از دریافت رضایت‌نامه و انجام معاینات و آزمایشات پزشکی به صورت هدفمند انتخاب شدند و توسط پزشک تائید شد مشکلی برای تحمل فشار تمرین در پژوهش ندارند.

برنامه تمرینی

ابتدا در روز اول توان هوازی شرکت کنندگان بوسیله آزمون بروس روی نوارگردان در حضور پزشک اندازه‌گیری شد (۲۲). بعد از ۴۸ ساعت استراحت، شرکت کنندگان در اولین جلسه تمرین حاضر شدند. آنها در ۲ جلسه تمرین هوازی شامل ۳۰ دقیقه دویدن با شدت ۷۰ و ۱۰۰ درصد ضربان قلب بیشینه شرکت کردند. ۲ جلسه تمرین با فاصله ۴۸ ساعت استراحت از یکدیگر برگزار شد و از آنها خواسته شد در این مدت از انجام فعالیت‌های بدنی پرهیز نمایند. به جهت احتراز از ایجاد نتیجه گمراه کننده حاصل از تاثیر مخمل جلسات تمرینی بر یکدیگر، شرکت کنندگان به دو قسمت مساوی تقسیم شدند و در روز اول به طور تصادفی یک گروه با شدت ۷۰٪ و گروه دیگر با شدت ۱۰۰٪ به تمرین پرداختند. در روز دوم این شرایط برعکس بود. یعنی آنهایی که در روز اول با شدت ۷۰٪ تمرین کردند، در روز دوم با شدت ۱۰۰٪ به تمرین پرداختند و برعکس. حداکثر ضربان قلب با استفاده از معادله $208 - (0.7 * \text{age})$ بدست آمد (۲۳).

نمونه گیری خونی و تجزیه و تحلیل هورمونی

قبل، بلافاصله بعد و ۱ ساعت بعد از تمرین از شرکت کنندگان نمونه خون گرفته شد. شرکت کنندگان در یک وضعیت ثابت و نشسته قرار گرفته و از ورید میانی (باسلیک) با سرنگ ۵ سی‌سی خون گیری به عمل آمد. نمونه‌های جمع آوری شده داخل لوله‌های استریل حاوی K3EDTR ریخته شد. لوله‌های هپارینه و EDTR درون یخ قرار گرفت و تا چند دقیقه در دمای محیط باقی ماند. سپس توسط سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰ RPM سرم از پلاسما جدا شد. کلیه نمونه‌های خونی به صورت فریز شده در دمای -20 درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به آزمایشگاه نگهداری شدند. لازم به ذکر است که از شرکت کنندگان خواسته شده بود که در روزهای نمونه‌گیری، از شب قبل از جلسه اول تمرین تا پایان نمونه‌گیری‌ها از مصرف سیگار، الکل یا کافئین خودداری نمایند. کلیه مراحل نمونه‌گیری برای هر یک از شرکت

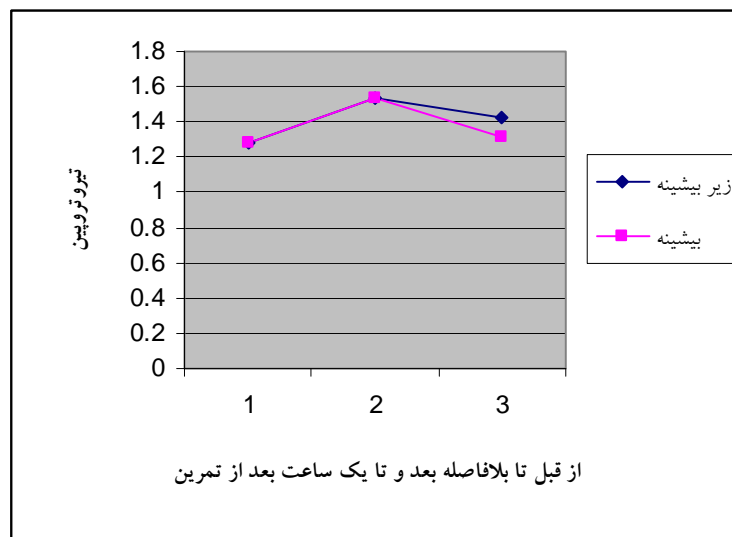
کنندگان در شرایط یکسان انجام شد، تا اثر عوامل تاثیر گذار از قبیل ریتم شبانه روزی و روش نمونه گیری خنثی شود. هورمونهای T3, T4, TSH به روش کمی لو می نسکنس Chemilumi nescense و با استفاده از کیت دیاسوری ساخت کشور امریکا با دقت ۰/۰۰۴ میلی لیتر در لیتر برای TSH، ۰/۲۵ میلی گرم در دسی لیتر برای T4 و ۱۵ نانوگرم در دسی لیتر برای T3 اندازه گیری شد. برای تبدیل متغیرهای T3, T4, TSH سرم که به وسیله آزمایشگاه در اختیار ما قرار گرفت در مورد TSH تبدیل mIU/Li به nIU / μ Li بود که اعداد همان است و ضریب ندارد. در مورد T4، تبدیل میلی گرم در دسی لیتر به نانومول بر لیتر بود که اعداد داده شده در عدد 12.87 ضرب شد و در مورد T3، تبدیل نانوگرم بر میلی لیتر به نانومول بر لیتر بود که اعداد داده شده ابتدا بر ۱۰۰ تقسیم شده و سپس در عدد 1.536 ضرب شدند.

روش‌های آماری

در پژوهش حاضر ابتدا از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف برای تعیین آمار از نوع پارامتریک یا ناپارامتریک و با توجه به طبیعی بودن توزیع جهت بررسی تغییرات متغیرهای مورد مطالعه از قبل تا بلافاصله بعد و تا ۱ ساعت بعد از تمرین از آزمون آنووا با اندازه گیری مکرر و جهت مقایسه تغییرات متغیرها بین جلسات تمرین از آزمون T جفتی استفاده شد.

یافته‌ها

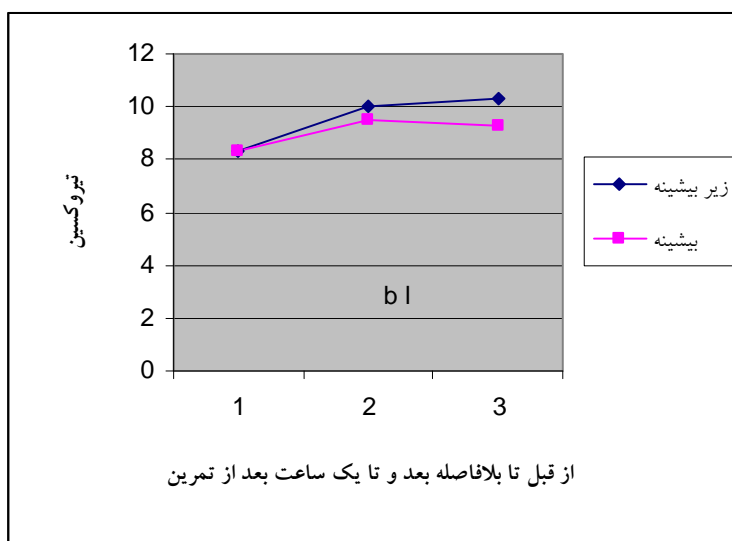
نمودارهای ۱، ۲ و ۳ تغییرات متغیرهای مورد مطالعه را از قبل تا بلافاصله بعد و تا ۱ ساعت بعد از تمرین، بین تمرین با شدت بیشینه و تمرین با شدت زیربیشینه را نشان می‌دهد.



نمودار ۱: تغییرات تیروتروپین از قبل تا بلافاصله بعد و تا ۱ ساعت بعد از تمرین در تمرین با دو شدت بیشینه و زیر بیشینه

همانگونه که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، TSH بلافاصله بعد از تمرین با هر دو شدت افزایش یافت که این افزایش در بلافاصله بعد از تمرین برای هر دو شدت تقریباً یکسان بود. بعد از این افزایش در هر دو شدت، TSH شروع به بازگشت

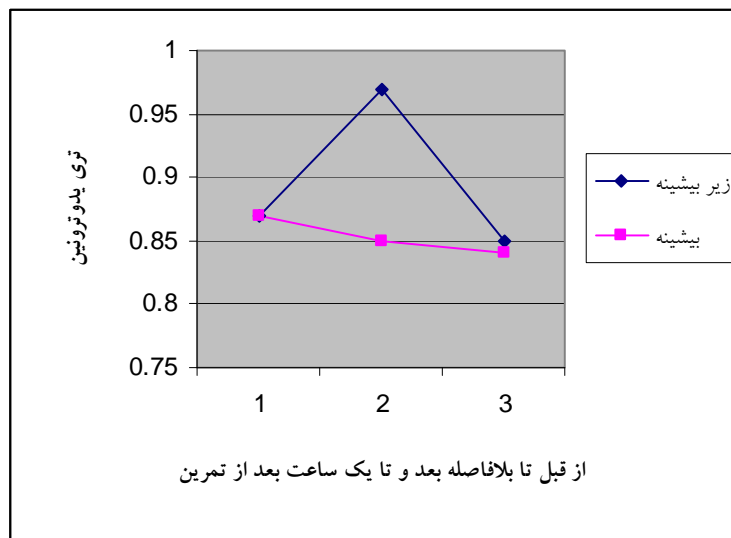
به مقادیر استراحتی کرد که در ۱ ساعت بعد از تمرین با شدت بیشینه کاهش بیشتری داشت. در هر حال، این تغییرات از قبل تا بلافاصله بعد و ۱ ساعت بعد از تمرین و نیز بین دو شدت بیشینه و زیربیشینه معنادار نبود ($P > 0.05$).



نمودار ۲: تغییرات تیروکسین از قبل تا بلافاصله بعد و تا ۱ ساعت بعد از تمرین در تمرین با دو شدت بیشینه و زیر بیشینه

همانگونه که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود، T_4 بلافاصله بعد از تمرین با هر دو شدت افزایش یافت. این افزایش در تمرین بیشینه کمتر بود. همچنین این افزایش در تمرین زیربیشینه تا ۱ ساعت بعد از تمرین ادامه داشت اما در تمرین بیشینه بعد از افزایش اولیه شروع به کاهش تدریجی کرد. به طوری که ۱ ساعت بعد از تمرین به طور مختصر نسبت به بلافاصله بعد از تمرین کاهش یافته بود. تغییرات از قبل تا بلافاصله بعد و تا ۱ ساعت بعد از تمرین با شدت زیر بیشینه معنادار بود ($P < 0.05$) و آزمون T جفتی با اصلاحیه بنفرونی تفاوت معنادار را برای شدت زیربیشینه بین مقادیر قبل و ۱ ساعت بعد از تمرین نشان داد، اما تغییرات ذکر شده با تمرین بیشینه معنادار نبود ($P > 0.05$). همچنین تفاوت معناداری بین مقادیر T_4 تمرین با دو شدت بیشینه و زیر بیشینه مشاهده نشد ($P > 0.05$).

همچنین همانگونه که در نمودار ۳ مشاهده می‌شود، T_3 بلافاصله بعد از تمرین با شدت ریزبیشینه افزایش داشت در حالیکه بلافاصله بعد از تمرین با شدت زیربیشینه کاهش یافت. در تمرین زیربیشینه پس از افزایش اولیه به سمت مقادیر استراحتی کاهش یافت، اما در تمرین با شدت بیشینه کاهش مشاهده شده در بلافاصله بعد از تمرین، تا ۱ ساعت بعد از تمرین نیز ادامه داشت. این تغییرات معنادار نبود ($P > 0.05$). همچنین تفاوت معناداری بین مقادیر T_3 تمرین با هر دو شدت مشاهده نشد ($P > 0.05$).



نمودار ۳: تغییرات تری یدوترونین از قبل تا بلافاصله بعد و تا ۱ ساعت بعد از تمرین در تمرین با دو شدت بیشینه و زیر بیشینه

بحث و نتیجه گیری

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، TSH بلافاصله بعد از هر دو جلسه تمرین افزایش یافت و سپس به سمت مقادیر استراحتی کاهش یافت. اما این تغییرات به لحاظ آماری معنادار نبود. این نتایج همسو با یافته‌هایی است که عدم تغییر معنادار در TSH را بدنبال تمرین گزارش کرده اند (۹، ۱۰). همچنین به طور کامل در تضاد با یافته‌های بوی دن و همکاران (۱۹۸۴) است که کاهش TSH را گزارش کردند (۱۱). نتایج در این خصوص متناقض است. کاهش معنادار TSH (۹، ۱۴) و همچنین افزایش TSH (۱۳، ۱۵) مشاهده شده است. به نظر می‌رسد این تفاوت در نتایج به شدت و به طور کلی پروتکل تمرین مربوط باشد. همچنین در پژوهش حاضر تفاوت معناداری بین مقادیر TSH تمرین با دو شدت بیشینه و زیربیشینه مشاهده نشد. حتی بلافاصله بعد از تمرین تقریباً به یک میزان افزایش یافتند. اگرچه کاهش بعد از آن با تمرین بیشینه بیشتر بود. پوروقار و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که سطوح TSH بعد از انجام فعالیت ایروبیک طاقت فرسا افزایش می‌یابد و نتیجه گرفتند تمرین بیش از اندازه و فعالیت شدید باعث تغییرات معناداری در TSH می‌شود (۲۱). با این حال در مطالعات دیگر TSH در پایان تمرین با توجه به پروتکل تمرین بدون تغییر بوده یا کاهش می‌یابد (۲۴). اما سولو و همکاران (۲۰۰۳) افزایشی در TSH در موش‌های صحرایی در پایان تمرین شدید شنا یافتند (۲۴). کوروتکیوسکی و همکاران (۱۹۸۴) کاهش TSH را نشان دادند (۲۵). فیگن و همکاران (۲۰۰۵) اظهار داشت TSH بعد از تمرین با ۹۰٪ ضربان قلب بیشینه افزایش می‌یابد در حالیکه در شدت ۷۰٪ ضربان قلب بیشینه نیز افزایش TSH دیده می‌شود اما در شدت ۴۵٪ ضربان قلب بیشینه مشاهده نمی‌شود (۲۶). این نتایج با یافته‌های اسپمید و همکاران (۱۹۷۸) مطابقت داشت (۲۷). شنگ هانگ و همکاران (۲۰۰۴) نتیجه گرفتند تمرین بیشینه با تردمیل تاثیر زیادی بر تعیین غلظت TSH در گردش ندارد (۲۸). همچنین بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر T₄ بلافاصله بعد از تمرین با هر دو شدت افزایش یافت که در تمرین زیربیشینه معنادار بود. این یافته‌ها همسو با یافته‌های مستوراکیس و همکاران (۲۰۰۵)، ویرت و همکاران (۱۹۸۱) و سوآرس و همکاران (۲۰۰۸) (۱۶، ۱۷، ۱۸) و همچنین در تضاد با یافته‌های سولو و همکاران (۲۰۰۳) و کوروتکیوسکی و همکاران (۱۹۸۴) (۲۴، ۲۵) بود. تیروکسین در پژوهش

حاضر بعد از افزایش اولیه، در شدت بیشینه به تدریج کاهش یافت اما در شدت زیربیشینه تا ۱ ساعت بعد از تمرین نیز به افزایش خود ادامه داد. اگرچه ما افزایش معنادار T4 را در شدت زیربیشینه و افزایش غیرمعنادار را در شدت بیشینه مشاهده کردیم، اما مطالعاتی بوده است که در آنها T4 در پایان تمرین بدون تغییر بوده یا کاهش یافته است. این عدم توافق در نتایج به احتمال زیاد ناشی از پروتکل متفاوت تمرین و بخصوص شدت تمرین است. همچنین تفاوت معناداری بین مقادیر T4 تمرین با دو شدت بیشینه و زیربیشینه در پژوهش حاضر مشاهده نشد. بوی دن و همکاران (۱۹۸۴) نشان دادند که در ۴۸ کیلومتر دویدن T4 کاهش ولی در ۸۰ کیلومتر افزایش می یابد (۱۱). فیگن و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که در تمرین با شدت ۹۰٪ ضربان قلب بیشینه T4 افزایش می یابد (۲۶). اسپمید و همکاران (۱۹۷۸) کاهش در T4 آزاد را گزارش کردند (۲۷). همچنین بر اساس یافته های پژوهش حاضر T3 بلافاصله بعد از تمرین با شدت زیر بیشینه افزایش یافت در حالیکه بلافاصله بعد از تمرین با شدت بیشینه کاهش یافت. اگرچه این تغییرات معنادار نبود اما T3 پس از افزایش اولیه با تمرین زیربیشینه به سمت مقادیر استراحتی حرکت کرد، در حالیکه کاهش مشاهده شده با تمرین بیشینه تا ۱ ساعت بعد از تمرین نیز ادامه داشت. فیگن و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که بدنال فعالیت با ۹۰٪ ضربان قلب بیشینه T3 و T3 شروع به کاهش می کنند. این شدت ۹۰٪ اگرچه زیربیشینه محسوب می شود اما نزدیک به بیشینه می باشد. در پژوهش ما نیز T3 بعد از تمرین با ۱۰۰٪ ضربان قلب بیشینه کاهش یافت و حتی تا ۱ ساعت بعد از تمرین، نه تنها برطرف نشد بلکه به کاهش خود ادامه داد (۲۶). کوروتکیوسکی و همکاران (۱۹۸۴) هیچ گونه تغییر معناداری در سطوح T3 سرم را بدنال تمرین مشاهده نکرد (۲۵). در پژوهش شنگ هانگ و همکاران (۲۰۰۴) مقادیر T3 بطور معناداری بلافاصله پس از تمرین در مقایسه با سایر مقادیر پس از تمرین افزایش یافت با این حال تغییرات پس از تنظیم HCT (هماتوکریت خون) معنی دار نشد (۲۸). سولو و همکاران (۲۰۰۳) کاهش در سطوح T3 کل سرم را در موشهای صحرایی در پایان تمرین شدید شنا مشاهده کردند (۲۴). سوآرس و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که افزایش T3 بلافاصله پس از تمرین با افزایش معناداری در فعالیت D1 تیروئید، آنزیمی که در سیستم تبدیل T4 به T3 تیروئید دخیل می باشد همراه است (۱۶). آنزیمهای D1 کبد و D2 بافت چربی قهوه ای حذف ید ۵ را از T4 تسریع کرده و بعنوان آنزیمهای فعال کننده تولید T3 در نظر گرفته می شود (۱ ، ۲). اما ما این آنزیم را اندازه گیری نکرده ایم و نمی توانیم با اطمینان در مورد آن صحبت کنیم. از طرفی T3 در پژوهش حاضر تنها بعد از تمرین زیر بیشینه افزایش یافت که در این دو تمرین T4 و TSH نیز افزایش یافته بودند. با این حال فعالیت D1 کبد به تدریج پس از پایان پروتکل تمرین کاهش می یابد و فعالیت BATD2 بطور قابل توجهی در ۳۰ دقیقه بعد از انجام تمرین کاهش می یابد. در ۳۰ دقیقه پس از پایان تمرین سطوح کورتیکوسترون سرم به حداکثر غلظت خود رسید. معلوم شده که گلوکوکورتیکوئیدهای پلازما می توانند فعالیت D1 کبد را کاهش دهد (۲۹). هم کاهش BATD2 در ۳۰ دقیقه و هم کاهش D1 کبد ممکن است در کاهش سطوح T3 سرم در طول دوره بازیافت بعد از تمرین سهیم باشد (۱۶). این حالت با تمرینات شدید که با افزایش کورتیزول سرم همراه است بیشتر انتظار می رود. همانطور که در شدت بیشینه پژوهش حاضر T3 کاهش یافت و احتمالاً ناشی از افزایش فشار تمرین می باشد. وقتی که میرسپاسی و همکاران (۱۳۸۹) افزایش معنادار کورتیزول سرم را بعد از تمرین با شدت بیشینه مشاهده کردند (۴)، نتایج ما بیشتر تأیید می شود. بعلاوه تنظیم ترشح هورمونهای تیروئید توسط TSH تحت کنترل فیدبک منفی ظریف قرار دارد. هورمون های تیروئید گردش خونی بر روی غده هیپوفیز عمل می کنند تا ترشح TSH را کاهش دهند. این عمل اصولاً به واسطه سرکوب بیان ژن زیرواحد بتای TSH انجام می شود (۱). این اسپمید و همکاران (۱۹۷۸) در خصوص افزایش مداوم TSH تا ۱۵ دقیقه پس از پایان دوره تمرین زیر بیشینه همراه با عدم تغییر یا کمی کاهش در T3, T3, r T3, FT4 می تواند تأیید شود (۲۷). هورمون های تیروئید بر روی نورون های ترشح کننده هورمون آزاد کننده تیروئید هیپوتالاموسی (TRH) نیز اثر فیدبکی دارند. در نورون های مزبور ، T3 بیان ژن prepro - TRH را مهار می کند (۱). افزایش T3 سرم بلافاصله

پس از پایان یک نوبت تمرین احتمالاً توسط محرک آدرنژیک ایجاد شده که در طی تمرین رخ می دهد در حالیکه پروتکل های تمرین در حداکثر مصرف اکسیژن ۶۰٪ یا بیشتر با افزایش زیاد سطوح گردش کاتکولامین ها همراه می شود و این توانایی محرک آدرنژیک در افزایش ترشح هورمون تیروئید پایه به خوبی تایید می شود (۳۰، ۳۱). همچنین اگرچه در پژوهش ما به جز T3 بعد از تمرین بیشینه که کاهش یافته بود، در تمام موارد TSH, T4, T3 خواه به صورت معنادار و خواه به صورت غیرمعنادار افزایش یافته بودند، اما نشان داده شده است که مقادیر TSH, T4, T3 که به طور معناداری بعد از تمرین افزایش یافته بودند، پس از تنظیم HCT (هماتوکریت خون) معنی دار نشدند (۲۸). بطور مشخص تمرین فی نفسه ممکن است بر تناوب همودینامیک تاثیر بگذارد و در نتیجه باعث تغییر در غلظت هورمون در گردش گردد. نتایج متفاوت اما ممکن است ناشی از تفاوت در شدت کار، مدت تمرین، فراوانی و طرح برنامه تمرینی، تفاوت در جنسیت و سن افراد باشد (۳۲، ۳۳). به هر صورت با عنایت به اینکه نیاز به بررسی های بیشتری می باشد تا با اطمینان بتوان در این رابطه صحبت کرد، اما با توجه به کاهش T3 بعد از تمرین با شدت بیشینه و افزایش هورمونهای اندازه گیری شده در دیگر موارد، اگرچه بیشتر این تغییرات و حتی کاهش ذکر شده در T3 معنادار نبود، اما به نظر می رسد در تمرینات زیربیشینه فشار وارده بر بدن مضاعف نیست و این تمرینات برای بهبود تندرستی پیشنهاد می شوند. از طرفی تمرینات با شدت بیشینه فشار مضاعفی را که برای یک جلسه تمرین قبل و بعد از ریکاوری مناسب، برای توسعه آمادگی بدنی ورزشکاران لازم است را بر بدن اعمال می کنند و این تمرینات می توانند جهت این اهداف مورد استفاده قرار گیرند. به هر صورت این پژوهش تنها دو شدت ۷۰ و ۱۰۰ درصد ضربان قلب بیشینه را به عنوان شدت زیر بیشینه و بیشینه مورد بررسی قرار داد، در حالیکه شدت های زیر بیشینه خود می توانند تاثیرات متفاوتی بگذارند. آنچه بیش از همه چیز روشن است، این است که تاثیر شدت های مختلف تمرین بر پاسخ هورمونهای تیروئید، نیاز به پژوهش های گسترده دارد.

منابع

۱. برن و لوی، فیزیولوژی، ۲۰۰۸، انتشارات تیمورزاده
۲. گانونگ، مروری بر فیزیولوژی پزشکی، ۲۰۱۰، انتشارات تیمورزاده.
۳. گایتون و هال، فیزیولوژی پزشکی، ۲۰۰۶، انتشارات چهر.
۴. میرسپاسی، منا، پیری، مقصود، آذربایجانی، محمدعلی، کهن پور، محمدعلی، نصیری و انکی، مهدیه، میرسپاسی، زهره، تاثیر تمرینات هوازی بیشینه و زیربیشینه بر تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول سرم در فوتبالیست های مرد رقابتی، ۱۳۸۹
5. Balsam, A., and Leppo, L.E. (1974). Stimulation of the peripheral metabolism of L-thyroxine and 3,5,3' - L- triiodothyronine in the physical trained rat. *Endocrinology*, 95; 299-302.
6. Irvine, G.H.G. (1958). Effect of exercise on thyroxine degradation in athletes and nonathletes. *J.Clin. Endocrinol.*, 28, 942-948.
7. Winder, W.W., and Heninger, R.W. (1973). Effect of exercise on degradation of thyroxine in the rat. *Am.J.Physiol.*, 224; 572-575.
8. Rupp, H., and Wahl, R. (1990). Influence of thyroid hormones and catecholamines as myosin of swim-exercised rats. *J. Appl. Physiol.*, 68, 973-978.
9. Boyden, T.W., Pamenter, R.W., Rotkis, T.C., Stanforth, P., and Wilmore, J.H.H. (1982). Evidence for mild thyroidal impairment in women undergoing endurance training. *J. Clin. Endocrinology and Metabolism*, 54; 53-56.
10. Sonka, J., Limanova, Z., and Neffeova, J. (1990). The effect regimen on the hormonal metabolism and cardiovascular response, *Cas. Iek. Gesk.* 129, 1421-1424.
11. Boyden, T.W., Pamenter, R.W., Rotkis, T.C., Stanforth, P., and Wilmore, J.H.H. (1984). Thyroid changes associated with endurance training in women. *Med. Scie. Sport and Exercise*, 16, 243-246.
12. Mateey, G., Zaharieva, B., and Djarova, T., (1981). Triiodothyronine, thyroxine and thyrotropin and changes during bicycle training and ergometer endurance test. *Tur. J. Sport. Med.*, 16, 99-133.

13. Kraemer, R. R., Blair, M.S., Mc Caferty. R., and Castracane,V.D. (1993). Running-induced alterations in growth hormone, prolactin, triiodothyronine and thyroxine concentration in trained and untrained men and women. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 64, 69-74.
14. Hackney,A.C., Hodgdon, J.A., Hesslink,R.J., and Trygg. K., (1995). Thyroid hormone to military winter exercise in the Arctic region. *Arctic.Med.Res.*,54,82-90.
15. Refsum, H.E., and Stromme, S.B. (1979). Serum thyroxine , triiodothyronine and thyroid stimulating hormone after prolonged heavy exercise. *Scand.J.Clin.Lab.Inves*, 39,455.
16. Rodrigo Soares Fortunato, Daniele Leaˆo Ignaˆcio, Aˆlvvaro Souto Padron, Ramon Pec anha, Michelle Porto Marassi, Doris Rosenthal, Joaˆo Pedro Saar Werneck-de-Castro and Denise P Carvalho., The effect of acute exercise session on thyroid hormone economy in rats., *Journal of Endocrinology* (2008) 198, 347–353
17. Mastorakos G & Pavlatou M 2005 Exercise as a stress model and the interplay between the hypothalamus–pituitary–adrenal and the hypothalamus– pituitary–thyroid axes. *Hormone and Metabolic Research* 37 577–584.
18. Wirth A, Holm G, Lindstedt G, Lundberg PA & Bjorntorp P 1981 Thyroid hormones and lipolysis in physically trained rats. *Metabolism* 30 237–241.
19. Collins KJ, Weiner JS. Endocrinological aspects of exposure to high environmental temperatures. *Physiol Reu* 1968; 48: 785-839.
20. Hartley LH, Mason JW, Hogan RP et al. Multiple hormonal response to prolonged exercise in relation to physical training. *J Appl Physiol* 1972., 33:607-10.
21. Pourvaghari M.J., Shahsavari A., The alteration of serum thyroid hormone and its stimulating in nano scale on athletics men., *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures* Vol. 4, No.2, June 2009, p. 263-267.
22. Maud P.J., and Foster C., (1995). *Physiological assessment of human fitness.*, champaign,il : human kinetics.
23. Tanaka H., Monahan K.D., Seals D.R., Predicted Maximal Heart Rate Revisited., *J AM Coll Cardiol* 2001 Jan., 37(1):153-156.
24. Sullo A, Brizzi G & Maffulli N 2003 Deiodinating activity in the brownadipose tissue of rats following short cold exposure after strenuous exercise. *Physiology and Behavior* 80 399–403.
25. Krotkiewski M, Sjoˆstroˆm L, Sullivan L, Lundberg PA, Lindstedt G, Wetterqvist H & Bjoˆrntorp P 1984 The effect of acute a chronic exercise on thyroid hormones in obesity. *Acta Medica Scandinavica* 216 269–275.
26. Figen Ciloglu, Ismail Peker1, Aysel Pehlivan2, Kursat Karacabey3, Nevin İlhan4, Ozcan Saygin5 & Recep Ozmerdivenli3., Exercise intensity and its effects on thyroid hormones., *Neuroendocrinology Letters* No.6., December Vol.26,2005.
27. Schmid P, Wolf W, Pilger E, Schwaberger E, Pessenhofer G, Pristautz H, Leeb G: TSH, T3, rT3, and fT4 in maximal and submaximal physical exercise. *Eur J Appl Physiol* 1982;48: 31–39.
28. Wen-Sheng Huang Ming-Der Yua Meei-Shyuan Leed Cheng-Yi Chenga Shih-Ping Yangb Hei-Min Linda Chinc Sing-Yung Wue., Effect of Treadmill Exercise on Circulating Thyroid Hormone Measurements., *Med Princ Pract* 2004;13:15–19
29. Bianco AC, Salvatore D, Gereben B, Berry MJ & Larsen PR 2002 Biochemistry, cellular and molecular biology, and physiological roles of the iodothyronine selenodeiodinases. *Endocrine Reviews* 23 38–89.
30. Ahren B, Bengtsson HI & Hedner P 1986 Effects of norepinephrine on basal and thyrotropin-stimulated thyroid hormone secretion in the mouse. *Endocrinology* 119 1058–1062.
31. Coggan AR, Raguso CA, Gastaldelli A, Sidossis LS & Yeckel CW 2000 Fat metabolism during high-intensity exercise in endurance-trained and untrained men. *Metabolism* 49 122–128.
32. an Beaumont W: Evaluation of hemoconcentration from hematocrit measurements. *J Appl Physiol* 1972;32:712–713.
33. 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* 1985;34:949–954.