

حرکت

شماره ۲۶ - صص : ۱۲۸ - ۱۲۷

تاریخ دریافت : ۸۳/۰۹ / ۰۷

تاریخ تصویب : ۸۴/۰۵ / ۱۵

تأثیر مکمل کراتین مونوهیدرات بر ترشح هورمون های رشد ، تستوسترون و کورتیزول

داریوش شیخ الاسلامی وطنی^۱ - دکتر عباسعلی گائینی

عضر هیأت علمی دانشگاه کردستان - دانشیار دانشگاه تهران

چکیده

هدف از این تحقیق ، بررسی تأثیر مکمل سازی کوتاه مدت کراتین مونوهیدرات بر میزان ترشح هورمون های رشد ، تستوسترون و کورتیزول بوده است. در این زمینه ۲۰ نفر از شناگران دانشجوی دانشگاه کردستان ، با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال ($20/8 \pm 2/61$) به عنوان آزمودنی در نظر گرفته شدند و به صورت تصادفی در دو گروه کراتین و شبه دارو (هر گروه ۱۰ نفر) قرار داده شدند. آزمودنی ها (هر دو گروه) به مدت ۶ روز تمرینات سرعتی شنا را انجام دادند ، در حالی که قبل و بعد از اتمام دوره ۶ روزه تمرین از تمامی افراد خونگیری به منظور بررسی میزان ترشح هورمون های یاد شده به عمل آمد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده ها که با آزمون T وابسته و غیر وابسته انجام گرفت، نشان داد که در هیچ کدام از دو گروه میزان ترشح هورمون های مذکور در پیش و پس آزمون تغییر معنی داری نیافته و تفاوت معنی دار مربوط به میانگین ترشح تستوسترون دو گروه در پس آزمون است که در گروه کراتین نسبت به گروه شبه دارو به میزان معنی داری بیشتر است ($P=0/01$). همچنین رکورد شنای ۵۰ متر آزمودنی های گروه کراتین تا حد معنی داری بهبود یافت ($P=0/04$). نتایج تحقیق حاضر میزان تأثیر بارگیری کراتین بر ترشح هورمون های مذکور را قابل توجه نمی داند.

واژه های کلیدی

کراتین مونو هیدرات، مکمل سازی ، تمرینات سرعتی ، هورمون رشد،هورمون تستوسترون ، هورمون کورتیزول.

مقدمه

جستجو برای دستیابی به ماده جادویی که یک رده رقابتی بالاتر را اعطا کند، همیشه مدنظر بوده است. ورزش در سطح حرفه ای فشارهای زیادی را با پاداش و جوایز فراوان برای کسب موفقیت به همراه دارد که این عوامل خارجی بر انگیزه ورزشکار می افزاید و معمولاً موجب می شود که ورزشکاران وضعیت فعلی نمایش خود را بهبود بخشند. در حال حاضر، مکمل های^۱ بسیاری وجود دارند که توسط ورزشکاران مصرف می شوند. مکمل های غذایی دارای نقش های متعددی از جمله تولید انرژی، تأثیر بر روی سلامت عمومی و همچنین افزایش حجم عضلانی می باشند. جالب اینکه کراتین دارای هر سه ویژگی مذکور است و این در کنار قیمت ارزان، کراتین را به عنوان یک مکمل بی نظیر جلوه می دهد (۱۲). کراتین هم در داخل بدن سنتز می شود (در کبد و کلیه از طریق برخی اسیدهای آمینه از قبیل آرژنین کراتین ساخته خواهد شد)، و هم از طریق مواد غذایی از قبیل گوشت قرمز و ماهی وارد بدن می گردد. میزان مصرف آن در بدن برای یک فرد متوسط حدود ۲ گرم در روز است. بخش اعظم کراتین بدن انسان درون عضلات اسکلتی ذخیره می شود (۹۵ درصد)، که از این مقدار فقط حدود ۳۰ درصد آن به شکل کراتین آزاد^۲ (Cr) و مابقی آن به صورت فسفو کراتین^۳ (Pcr) است (۱۲). سیستم فسفاژن یکی از سریع ترین منابع بازسازی انرژی در بدن محسوب می شود و زمانی که مقدار زیادی ATP در زمان محدودی مورد نیاز است، فسفو کراتین های ذخیره شده در درون عضلات می تواند با از دست دادن گروه فسفات خود، ATP را از ADP موجود دوباره سازی کند (۳). موگان^۴ (۲۰۰۰) و گرین هاف^۵ (۱۹۹۴) نشان دادند که با مصرف کراتین به صورت محلول، به میزان ۲۰ گرم در روز و به صورت ۴ وعده ۵ گرمی، محتوای کراتین عضلات به بالاترین سطح خود می رسد که حدود ۱۶۰ میلی مول به ازای هر کیلوگرم عضله خشک است (۸ و ۱۴).

-
- 1 - Supplements
 - 2 - Free Creatine
 - 3 - Phosphocreatine
 - 4 - Maughan
 - 5 - Greenhaff

هورمون ها ترکیباتی هستند که توسط سلول های بافت معینی ساخته می شوند و عمل فیزیولوژیکی خود را در سلول های محل ساخته شدن خود یا سلول های بافت دیگری به نام بافت هدف به انجام می رسانند. یک موجود زنده همواره به منظور ایجاد سازگاری با تغییرات محیط داخل و خارج خود، نیاز به هماهنگی های بسیار دقیقی در اعمال بافت های مختلف دارد. برای برقراری چنین هماهنگی و ارتباطی، دو سیستم اصلی وجود دارد، یکی سیستم عصبی که پیام ها را از طریق شبکه عصبی ثابت هدایت می کند و دیگری سیستم اندوکرین^۱ که در آن پیام ها به شکل تعدادی ترکیبات شیمیایی به نام هورمون به بافت های اعضای مختلف بدن فرستاده می شوند (۲). مطالعات بسیار سودمندی کراتین بر اجرا را مورد مطالعه قرار داده اند (۵، ۹، ۱۳). هدف از این تحقیق مشخص کردن این موضوع است که کراتین چگونه این مهم را موجب می شود و آیا این کار را با ایجاد سازگاری های هورمونی به انجام می رساند؟

در کار پژوهشی که توسط پولینن^۲ و همکارانش (۲۰۰۲) انجام گرفت، میزان تستوسترون پلازما و هورمون رشد به دنبال شرکت در برنامه وزنه تمرینی تا حد معناداری افزایش یافت (۱۵). در همین مورد اثر ۶ دقیقه تمرین پارو زدن روی دستگاه کارسنج با تمام توان روی هورمون های تستوسترون و کورتیزول متعاقب تمرین با زمان استراحت تفاوت معنی داری نداشته است (۱۰). لوسیا^۳ (۲۰۰۱) در تحقیق دیگری پاسخ های هورمونی به تمرینات استقامتی شدید در ورزشکاران نخچه (۹ دوچرخه سوار حرفه ای) را مورد ارزیابی قرار داد. در این مطالعه، سطح هورمون آزمودنی ها قبل از مسابقه، در پایان دو هفته از مسابقه و در پایان سه هفته از برگزاری مسابقه اندازه گیری شد. نتایج حاصل نشان داد که فعالیت پایه غدد فوق کلیوی، هیپوفیز و بیضه ها ممکن است پس از روزهای متوالی شرکت در مسابقات طولانی مدت و شدید کاهش یابد (۱۱). برخی از مطالعات (گائینی، ۱۳۷۳) اظهار می دارند که پس از یک وهله کار شدید روی نوار گردان یا دوچرخه کارسنج غلظت تستوسترون پلازما افزایش می یابد که در ورزشکاران نخچه جوان افزایش غلظت بیشتر است.

1 - Endocrine

2 - Pullinen

3 - Lucia

ایجند^۱ و هسپل^۲، اثر کوتاه مدت کراتین مونوهیدرات توام با تمرینات مقاومتی شدید را بر هورمون های کورتیزول، تستوسترون و رشد، مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که تمرینات مقاومتی شدید توام با مصرف مکمل کراتین بر پاسخ هورمون های مذکور تأثیری ندارد (۶). با نتیجه گیری از تحقیقات فوق به نظر می رسد که در مورد نقش تمرینات بدنی بر ترشح هورمون ها، ابهامات و تناقضات زیادی وجود دارد، به طوری که بعضی مطالعات میزان ترشح هورمون های تستوسترون و رشد را به دنبال شرکت در برنامه های تمرینی با افزایش معنی داری گزارش داده اند (۱۵) و برخی مطالعات عکس این موضوع را بیان کرده اند (۶ و ۱۰) ضمن آنکه تأثیر توام تمرینات بدنی و مکمل سازی کراتین به میزان کمی مورد توجه قرار گرفته، که همان تعداد محدود نیز از تمرینات مقاومتی به عنوان برنامه تمرینی استفاده کرده اند. در حالیکه تحقیق حاضر سعی در روشن ساختن این موضوع دارد که آیا مصرف خوراکی کراتین می تواند عملکرد سرعتی شنا را (رکورد شنای ۵۰ متری) از گذرگاه تغییر غلظت سه هورمون رشد، کورتیزول و تستوسترون تحت تأثیر قرار دهد یا خیر؟ و بدین ترتیب تغییراتی را که ممکن است این مکمل در ترشح هورمون های مذکور اعمال کند روشن نموده و بدین ترتیب یکی از راه هایی که ممکن است اثرات ثابت شده کراتین بر افزایش قدرت، حجم عضلانی و اجرا، از طریق آن اعمال گردد، یعنی تغییر احتمالی در ترشح برخی از هورمون های کلیدی، مورد بررسی قرار گیرد.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی است که طی آن اثر متغیر مستقل (تمرینات سرعتی و توام با مصرف کراتین)، بر متغیرهای وابسته (میزان ترشح هورمون های رشد، کورتیزول و تستوسترون) از طریق انجام پیش و پس آزمون اندازه گیری شد. جامعه آماری شامل شناگران آماتور (درحد تیم دانشگاه) پسر دانشگاه کردستان با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال بودند که حداقل به مدت ۶ ماه و به صورت ۲ جلسه در هفته تمرینات مستمر شنا را انجام داده بودند. سپس با توجه به وضعیت شنای آنها، میزان تمرینات، دامنه سنی و عدم سابقه استفاده از مواد نیروزا و مکمل کراتین، در نهایت ۲۰

نفر به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند که به شکل تصادفی در دو گروه کراتین و شبه دارو (هر گروه ۱۰ نفر) قرار گرفتند که به دلیل انصراف یکی از آزمودنی های گروه شبه دارو، اطلاعات ۱۰ نفر در گروه کراتین و ۹ نفر در گروه شبه دارو مورد اندازه گیری قرار گرفت.

نحوه اجرا

تمامی آزمودنی ها بدون این که از یکدیگر جدا شوند و به صورت همزمان در یک دوره ۶ روزه تمرینات سرعتی شنا شرکت داده شدند، به طوری که هیچکدام از افراد دو گروه از نوع ماده مصرفی خود اطلاعی نداشتند. نحوه اجرای تمرینات در طول دوره در جدول ۱ آمده است. تمرین در طول دوره هر روز از ساعت ۱۶ الی ۱۷ در استخر سر پوشیده دانشگاه کردستان و در دمای آب ۳۰ درجه به انجام رسید. همچنین تمرینات سرعتی شنا به صورت تناوبی و با ۸۰ تا ۱۰۰ درصد حداکثر سرعت شنای آزمودنی ها انجام گرفت (در ابتدای دوره از تمامی افراد در مواد تمرینی مورد نظر رکوردگیری به عمل آمد و آنها موظف بودند در زمان تعیین شده مسافت های تمرینی را طی کنند). نسبت استراحت به کار ما بین تکرار ها ۱:۳ بود و ما بین دوره های تمرینی نیز ۵ دقیقه باز یافت غیرفعال در نظر گرفته شد.

در این تحقیق آزمودنی های گروه کراتین ضمن شرکت در برنامه عروزه تمرینات سرعتی شنا، هر روز ۲۰ گرم کراتین مونوهیدرات را در ۴ وعده ۵ گرمی به صورت محلول در آب سیب دریافت کردند (در مجموع ۱۲۰ گرم)؛ درحالی که آزمودنی های گروه شبه دارو روزانه ۱۲ گرم آرد گندم را در ۴ وعده ۳ گرمی (و به همان صورت محلول در آب سیب) مصرف کردند. همچنین به منظور بررسی تأثیر مکمل کراتین بر ترشح هورمون های رشد، تستوسترون و کورتیزول، یک روز قبل از شروع دوره تمرینی در ساعت ۱۷ و پس از اتمام تمرینات عادی شناگران و در روز آخر دوره، مجدداً در ساعت ۱۷ و پس از اتمام تمرین از تمامی افراد به میزان 10^{cc} خونگیری به عمل آمد. در ضمن رکورد شنای ۵۰ متر کراال سینه آزمودنی های دو گروه در پیش و پس از آزمون ثبت شد.

جدول ۱- برنامه اجرای تمرینات طی دوره شش روزه

زمان	تمرینات	
روز اول	۲×۱۰۰ m ۴×۵۰ m ۴×۲۵ m	۴۵ دقیقه
روز دوم	۱×۱۰۰ m ۴×۵۰ m ۴×۲۵ m ۸×۱۲ m	۴۵ دقیقه
روز سوم	۲×۲۰۰ m ۳×۱۰۰ m	۴۵ دقیقه
روز چهارم	۴×۵۰ m ۸×۲۵ m ۱۰×۱۲ m	۴۵ دقیقه
روز پنجم	۱×۱۰۰ m ۱×۵۰ m ۸×۲۵ m ۱۰×۱۲ m	۴۵ دقیقه
روز ششم	۱×۵۰ m ۱۰×۲۵ m	۲۰ دقیقه

- تمامی آزمودنی ها هر روز قبل از شروع برنامه تمرینی روزانه، مسافت ۱۰۰ متر شنای آرام را به منظور گرم کردن انجام

دادند.

نتایج یافته های تحقیق

نتایج حاصل از این تحقیق به صورت جداول (۲،۳،۴) بیان شده است. جدول ۲ شامل اطلاعات توصیفی همچون میانگین و انحراف معیار دو گروه در میزان ترشح هورمون های رشد، تستوسترون، کورتیزول و نیز رکورد شنای ۵۰ متر است. در جدول ۳، میزان میانگین ترشح

هورمون های مذکور در پیش و پس آزمون هر کدام از گروه ها آمده است که با توجه به نتایج آزمون T وابسته مشخص می شود که در گروه کراتین و همچنین در گروه شبه دارو، میانگین ترشح هورمون های مورد نظر در پیش و پس آزمون تغییر معنی داری نیافته است. اما رکورد شنای ۵۰ متر در گروه کراتین تا حد معنا داری کاهش یافته است ($P=0/44$)، در حالی که در گروه دارونما تغییری نکرده است. علاوه بر این، بر اساس نتایج آزمون T مستقل (جدول ۴) مشخص شده است که:

- ۱) آزمودنی های دو گروه در پیش آزمون به لحاظ میزان ترشح هورمون های مورد نظر با یکدیگر تفاوتی نداشته اند.
- ۲) در مورد میزان ترشح هورمون های رشد و کورتیزول، دو گروه در پس آزمون نیز با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند.
- ۳) میزان ترشح هورمون تستوسترون در پس آزمون گروه کراتین نسبت به گروه شبه دارو، تا حد معنی داری افزایش داشته است ($P=0/10$)؛
- ۴) در ارتباط با رکورد شنای ۵۰ متر، دو گروه نه در پیش آزمون و نه در پس آزمون، تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۲- اطلاعات توصیفی دو گروه

M±SD				گروه	پیش آزمون
رکورد شنای ۵۰ متر (ثانیه)	کورتیزول Mg%	رشد Ng/ML	تستوسترون Ng/ML		
۵۲/۱۷±۷/۷۲	۱۹/۳۷±۲/۳۵	۲۰/۷۲±۲۱/۰۵	۶/۳۳ ±۲/۸۳	کراتین	پس آزمون
۵۰/۷۷±۷/۰۹	۱۶/۸۵±۵/۸۱	۱۴/۵±۱۸/۳۷	۸/۱۶ ±۲/۱۸		
رکورد شنای ۵۰ متر (ثانیه)	کورتیزول Mg%	رشد Ng/ML	تستوسترون Ng/ML	گروه	پیش آزمون
۵۲/۳۴±۸/۸۱	۲۲/۸۳±۵/۵۲	۱۵/۸۸±۱۳/۶۹	۵/۷۲±۲/۰۶	دارونما	پس آزمون
۵۲/۳۳±۸/۶۶	۱۹/۳۸±۲/۸۶	۱۷/۰۳±۱۷/۳۷	۵/۷۲±۱/۶۷		

جدول ۳- مقایسه میزان ترشح هورمون های رشد، تستوسترون، کورتیزول و رکورد شنای ۵۰ متر در پیش و پس آزمون هرکدام از گروه ها

معنی داری	P	d.F	T وابسته	متغیر	
غیر معنادار	P=۰/۱	۹	-۱/۸۳	هورمون تستوسترون	گروه کراتین مقایسه پیش و پس آزمون
غیر معنادار	P=۰/۴۱	۹	۰/۸۶	هورمون رشد	
غیر معنادار	P=۰/۱۶	۹	۱/۵۰	هورمون کورتیزول	
معنی دار	P=۰/۰۲۴	۹	۲/۳۳	رکورد شنای ۵۰ متر	
غیر معنادار	P=۰/۸۹	۸	۰/۰۰۱	هورمون تستوسترون	گروه دارونما مقایسه پیش و پس آزمون
غیر معنادار	P=۰/۵۵	۸	۰/۶۲	هورمون رشد	
غیر معنادار	P=۰/۱۲	۸	۱/۶۸	هورمون کورتیزول	
غیر معنادار	P=۰/۲۹	۸	۱/۱۲	رکورد شنای ۵۰ متر	

جدول ۴- مقایسه میزان ترشح هورمون های رشد، تستوسترون، کورتیزول و رکورد شنای ۵۰ متر هر دو گروه در پیش و پس آزمون

معنی دار	P	d.F	T مستقل	متغیر	
غیر معنادار	P=۰/۴۴	۱۷	۰/۷۹۱	هورمون تستوسترون	مقایسه دو گروه، پیش آزمون
غیر معنادار	P=۰/۵۶۶	۱۷	۰/۵۸۵	هورمون رشد	
غیر معنادار	P=۰/۱۱۲	۱۷	۱/۶۷	هورمون کورتیزول	
غیر معنادار	P=۰/۹۲۹	۱۷	۰/۰۹۱	رکورد شنای ۵۰ متر	
معنی دار	P=۰/۰۱	۱۷	۲/۷	هورمون تستوسترون	مقایسه دو گروه پس آزمون
غیر معنادار	P=۰/۷۶۳	۱۷	۰/۳۰۷	هورمون رشد	
غیر معنادار	P=۰/۲۳۵	۱۷	-۱/۲۳	هورمون کورتیزول	
غیر معنادار	P=۰/۶۵۶	۱۷	۰/۲۵۳	رکورد شنای ۵۰ متر	

بحث و نتیجه گیری

بیشتر تحقیقات انجام شده درباره مکمل سازی کراتین نشان می دهد کراتین بر وزن بدن، دوره بازیافت، سوخت و ساز انرژی، محتوای کراتین عضله و در نهایت بر اجرا تأثیر می گذارد (۱۳ و ۱۲). هر چند که ساز و کار دقیق نحوه اثر مکمل کراتین بر اجرا مشخص نشده است. تحقیق حاضر با بررسی میزان ترشح هورمون های رشد، تستوسترون و کورتیزول، قبل و پس از مکمل سازی

کراتین ، سعی دارد تا یکی از مکانیزم هایی را که ممکن است کراتین از طریق آن بر عملکرد تأثیر می‌گذارد، بررسی کند. کیسی^۱ و همکارانش (۱۹۹۶) با مطالعاتی اظهار داشته اند که این امر می‌تواند به دلیل اثر تحرکی مصرف کراتین بر موجودیت فسفوکراتین عضلانی باشد که البته این اثر بیشتر مربوط به افزایش فسفوکراتین در تارهای تندانقباض است تا تارهای کندانقباض (۵). پولین^۲ و همکارانش (۲۰۰۲) ، پاسخ کاتکولامین ها (اپی نفرین و نوراپی نفرین) ، GH^3 و میزان تستوسترون پلازما به بر نامه های وزنه تمرینی (۵ مرحله باز شدن زانو با ۱۰ تکرار و ۴۰ درصد حداکثر قدرت) را مطالعه کردند. نتایج این تحقیق نشان داد غلظت تستوسترون پلازما و همچنین هورمون رشد افزایش معنی داری یافته است (۱۵). در همین مورد ویلیام^۴ (۱۹۹۹) اظهار داشته، در پاسخ به تمرینات کوتاه مدت ، هورمون های تیروکسین ، رشد و تستوسترون افزایش می‌یابند. وی هورمون های رشد و تستوسترون را دو هورمون اصلی درگیر در سازگاری های عضلانی به تمرین مقاومتی می‌داند(۴). اشلینگ^۵ (۲۰۰۱) نیز در مطالعه ای میزان مصرف کراتین بر سلامتی را در طولانی مدت بررسی کرده است. نتایج تحقیقات وی نشان می‌دهد مصرف طولانی مدت کراتین بر سلامت افراد تأثیری ندارد و میزان ترشح هورمون های تستوسترون، کورتیزول و هورمون رشد افرادی که به مدت طولانی از کراتین استفاده کرده بودند، نسبت به افراد معمولی ، تفاوتی نداشته و فقط در گروه کراتین، میزان پروتئین تام و مقدار کراتینین بیشتر از افراد گروه کنترل بوده، که این هم در محدوده طبیعی قرار داشته است(۱۶). ولک^۶ و همکارانش (۲۰۰۱)، پاسخ های فیزیولوژیکی به تمرینات کوتاه مدت در هوای گرم را پس از بارگیری کراتین ارزیابی کردند. نتایج تحقیق فوق نشان داد که ضربان قلب، فشار خون و میزان تعریق در پاسخ به تمرین ، در بین دو گروه تفاوت معنی داری نداشته، درحالی که هورمون های کورتیزول ، آلدوسترون، رنین، آنژیوتانسین I و II و وازوپرسین افزایش معناداری را نشان دادند، ولی افزایش ها در هر دو گروه یکسان بود(۱۷). نتایج تحقیق حاضر نیز بیانگر آن است که مکمل سازی کراتین توام با تمرینات سرعتی شنا، تأثیری بر

-
- 1 - Cassy
 - 2 - Pullinen
 - 3 - Growth Hormone
 - 4 - William
 - 5 - Schilling
 - 6 - Volek

میزان ترشح هورمون های رشد، تستوسترون و کورتیزول ندارد و میانگین ترشح هورمون های مذکور در پیش و پس آزمون هر دو گروه (گروه کراتین و گروه شبه دارو)، تغییر معنی داری نیافته است (به جز میانگین هورمون تستوسترون دو گروه در پس آزمون که تا حد معنی داری در گروه کراتین افزایش داشته است، $p=0/01$). این نتایج با نتایج تحقیق اسلینگ و ولک هم خوانی دارد، ولی با بررسی های ویلیام مغایر است. در تحقیق دیگری، ایجند^۱ و هسپل^۲ (۲۰۰۱)، اثر کوتاه مدت مکمل کراتین مونوهیدرات توأم با تمرینات مقاومتی شدید را بر هورمون های رشد، تستوسترون و کورتیزول مورد مطالعه قرار دادند (۶). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که میزان افزایش هورمون رشد در هر دو گروه کراتین و شبه دارو یکسان بود و تغییر حاصل در ترشح این هورمون (در پس آزمون) ناشی از تمرینات شدید مقاومتی بوده است و نه در اثر مکمل سازی کراتین. میزان ترشح هورمون های تستوسترون و کورتیزول سرم زمان بازیافت در گروه کراتین نسبت به گروه شبه دارو مقداری افزایش داشت. در کل، ایجند و هسپل نتیجه گرفتند که تمرینات مقاومتی شدید توأم با مصرف مکمل کراتین بر پاسخ هورمون های مذکور تأثیری ندارد. نتایج حاصل از تحقیق مذکور با نتایج مطالعه حاضر کاملاً همخوانی دارد و در کل به این باور مشترک رسیده اند که اثر بخشی احتمالی مکمل کراتین از طریق تغییر در پاسخ های هورمونی نیست و باید عوامل دیگری از قبیل سازگاری های عصبی عضلانی (از قبیل افزایش حجم تارهای عضلانی، یا افزایش به کارگیری واحدهای حرکتی فعال) را جستجو کرد در هر صورت مشاهده شد با وجود عدم تغییر معنادار در ترشح هورمون های مذکور، زمان شنای ۵۰ متر گروه کراتین در پس آزمون نسبت به پیش آزمون کاهش معنی داری یافت ($p=0/44$) و این مسئله نشان می دهد که چنان چه کراتین بر عملکرد سرعتی شناگران تأثیری بگذارد از طریق تغییرات هورمونی نخواهد بود. در این مورد افزایش میزان موجودیت فسفوکراتین در تارهای تندانباض متعاقب مکمل سازی می تواند یکی از پاسخ های احتمالی باشد که در تحقیقات کیسی و همکارانش به اثبات رسیده است.

منابع و مأخذ

۱. ادینگتون و ادگرتون. (۱۳۷۲). "بیولوژی فعالیت بدنی"، ترجمه حجت ا... نیکبخت، ناشر: سمت، صص ۲۸۵-۳۱۳.
۲. شهبازی، پرویز و ملک نیا، ناصر. (۱۳۷۸). "بیوشیمی عمومی"، جلد ۲. ناشر: انتشارات دانشگاه تهران. ص ۲۹۱-۳۵۱، ۳۲۰-۳۸۱، ۳۸۰-۴۴۵، ۴۹۵-۴۸۹، ۴۸۰-۵۱۲.
۳. موگان، ر، و گلیسون، م. (۱۳۸۰). "بیوشیمی فعالیت های ورزشی"، ترجمه عباسعلی گائینی، ناشر: سمت، صص ۱۷-۳۰، ۵۱-۱۲۲، ۱۲۷-۲۰۵، ۲۰۶-۲۸۸، ۲۹۷.
۴. مک آردل، ویلیام، کچ، فرانک و کچ، ویکتور. (۱۳۷۹). "فیزیولوژی ورزشی ۱ (انرژی و تغذیه)"، ترجمه اصغر خالदान، ناشر: سمت. صص ۱۵۷-۱۵۹، ۲۹۶، ۵۶۱-۵۸۰.
5. Cassy A, Constantin Teodosiu, Howell E, Greenhaff (1996). "Creatine ingestion Favorably affects Performance and muscle metabolism during maximal exercise in human". *American Journal of Physiology*, 271 : 1 Pt E. 7-13.
6. Eijnde. Op, TB., and Hespel. P (2000). "Short-term creatine supplementation does not alter the hormonal response to resistance training". *Med. Sci. Sports . exerc. Vol. 33, No 3, PP: 449-453.*
7. French, DN. Volek, JS. Ratamess, N. Mazzetti, S. (2001). "The effect of creatine supplementation on resting serum Hormonal concentrations During short-term resistance training overreaching". *Med. Sci. Sports. Exerc. 33(4), 1:S 203.*
8. Greenhaff Pl, Bodin K, Soderlund K & Hultman E (1994). "Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis". *American Journal of physiology*, 266, PP: E 725-E730.
9. Iz Quirido, M.K. Hakkinen, A. Anton. M. Garrues. J.I banez, M. Ruesta, and E.M. Gorostiage (2001). "Maximal strength and power, endurance performance , and serum hormones in middle aged and alderly men". *Med. Sci. Sport. Exerc. Vol 33, No. 9, PP: 1577-1587.*
10. Jurimag, J., Jurimae. T (2001). "Responses of bloods hormones to the maximal rowing ergometer test in college rowers". *J Sports. Med. Physiol . Fitness. Vol 41, No 1, PP:73-77.*
11. Lucia, A Diaz, B cJ hoyos, C Fernandez G villia, f Bandres, JI chicharvo (2001). "Hormonal levels of world class cyclist during the tour of spain stage race". *British Journal of sports medicine*, 35: PP: 424-43.
12. Maughan, R.J (1999). *Nutrition research reviews*. 12, PP: 225-280.
13. Maughan, R.J (1995). "Creatine supplementation and exercise performance". *Int J Sport nutr*, Vol. 5, 2, PP:94-101.
14. Maugan, R.J (2000). Chapter 27, "Creatine". paul. I. Greenhaff.

15. Pullinen, T.A. mero, P.Huttanene , A. Pakakinen, and P.V.Komi (2002). "Resistance exercise-induced hormonal response in men, women and pubescent boys". *Med. Sci. Sports Exerc*, Vol 34, No. 5, PP:806-813.

16. Schilling, B.K, M.H Stone, M.Johnson, L.Smith (2001). "Creatine supplementation and health variables". *Med . Sci. Sports Exerc*, Vol 33, No . 2, PP: 183-188.

17. Volek, J.S., S.A. Mazzetti, W.B Farquhar, B.R. Barnes, A.L. Gomez, and W.J.Kraemer (2001). "Physiological responses to short-term exercise in the heat after creatine loading ". *Med.Sci. Sports Exerc*, Vol. 33, No. 7, PP: 1101-1108.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی