

## مقایسه اثر تمرین هوازی تناوبی، تداومی و موازی بر میزان اوره، اسیداوریک و کراتینین ادرار

محمدرضا رمضان پور PhD

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

سیدمحمود حجازی PhD

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

سمانه متقی شهری MSc

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

مجتبی کیان مهر PhD

گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران

محمودرضا متقی شهری \* MSc

گروه علوم پایه، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران

### چکیده

**اهداف:** نوع مواد انرژی‌زایی که حین انجام فعالیت‌های بدنی در اختیار عضلات فعال قرار می‌گیرد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این پژوهش با هدف مقایسه تاثیر ۳ نوع فعالیت هوازی تناوبی، تداومی و موازی بر میزان اوره، اسیداوریک و کراتینین ادرار ۲۴ ساعته و میزان کاتابولیسم پروتئین نوجوانان انجام شد.

**روش‌ها:** این پژوهش نیمه‌تجربی در دانش‌آموزان پسر ۱۲ تا ۱۵ سال مدارس راهنمایی شبانه‌روزی شهرستان گناباد در سال تحصیلی ۹۱-۱۳۹۰ انجام شد و ۱۵ نفر به‌طور تصادفی انتخاب و وارد مطالعه شدند. ۲۴ ساعت قبل از شروع فعالیت ورزشی و نیز بلافاصله پس از اتمام هر روش تمرینی به مدت ۲۴ ساعت نمونه‌های ادرار جمع‌آوری و مقادیر اوره، اسیداوریک و کراتینین با روش فوتومتریک تعیین شد. میزان کاتابولیسم پروتئین بعد از هر تمرین با محاسبه به‌دست آمد. داده‌ها به نرم‌افزار آماری SPSS 19 وارد و از آمار توصیفی و آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای تجزیه و تحلیل استفاده شد.

**یافته‌ها:** وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها در شروع ۳ نوع تمرین اختلاف معنی‌داری نداشت ( $p > 0/05$ ). بین تاثیر یک جلسه فعالیت هوازی تناوبی، تداومی و موازی بر سطح اوره ( $p = 0/33$ )، اسیداوریک ( $p = 0/21$ ) و کراتینین ادرار ۲۴ ساعته ( $p = 0/41$ ) و میزان کاتابولیسم پروتئین ( $p = 0/33$ ) دانش‌آموزان نوجوان، تفاوت معنی‌دار وجود نداشت.

**نتیجه‌گیری:** تمرینات هوازی تناوبی، تداومی و موازی انجام‌شده تاثیری بر سطح اوره، اسیداوریک، کراتینین ادرار ۲۴ ساعته و نیز میزان کاتابولیسم پروتئین نوجوانان ۱۲ تا ۱۵ ساله ندارد.

**کلیدواژه‌ها:** تمرین هوازی، اوره، اسیداوریک، کراتینین، کاتابولیسم پروتئین

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۵/۱۵

\* نویسنده مسئول: mottaghy@yahoo.com

### مقدمه

پروتئین‌ها ماکرومولکول‌هایی هستند که از واحدهای ساختاری به نام آمینواسید ساخته شده‌اند و از کاتابولیسم آنها اوره حاصل می‌شود. افزایش میزان اوره در خون و متعاقب آن در ادرار ۲۴ ساعته نسبت به حالت قبل از فعالیت، دلیل کاتابولیسم مواد پروتئینی برای تولید انرژی است [۱]. اوره در بدن بسیاری از موجودات زنده، به‌عنوان قسمتی از چرخه اوره از اکسیداسیون آمینواسیدها یا آمونیاک تولید می‌شود. آمینواسیدهایی که از غذا دریافت می‌شود، در صورتی که برای سنتز پروتئین‌های مورد نیاز بدن مورد استفاده قرار نگیرد، به‌عنوان منبعی جایگزین برای تولید انرژی اکسید شده و اوره و دی‌اکسیدکربن تولید می‌شود. از دیگر نشانگرهای تحلیل عضلانی می‌توان به افزایش اسیداوریک و کراتینین خون و در نتیجه ادرار ۲۴ ساعته اشاره نمود که به‌ترتیب حاصل متابولیسم پورین‌ها و کراتین موجود در عضلات است [۲]. تقریباً دوسوم اسیداوریک تولیدشده از طریق کلیه‌ها دفع می‌شود [۳]. کراتین از اهمیت زیادی برای بازسازی آنی ATP عضلات فعال برخوردار است [۴]. کراتینین یکی از متابولیت‌های مهم پلازما است که در عضله به‌واسطه دهیدراسیون غیرآنزیمی برگشت‌ناپذیر کراتین فسفات تولید می‌شود و اغلب به‌وسیله کلیه فیلتر می‌شود. افزایش سطوح کراتینین، همراه با افزایش وضعیت کاتابولیسی (همانند فعالیت‌های ورزشی) بیانگر فشار ناشی از فعالیت‌های بدنی بر عضلات اسکلتی و تحلیل عضلات است. تغییرات کراتینین هنگام فعالیت بدنی، بسته به نوع، شدت و مدت تمرین و نوع سوخت و ساز متفاوت است [۵].

براساس نتایج شاهدوست، تمرینات تناوبی با شدت ۷۰ تا ۹۰٪ حداکثر ضربان قلب در مدت ۳۵ تا ۴۰ دقیقه تاثیر معنی‌داری در میزان کاتابولیسم پروتئین‌ها در دانش‌آموزان ۱۵ ساله ندارد [۱]. رمضان‌پور و همکاران گزارش می‌کنند که فعالیت بدنی کوتاه‌مدت با حداکثر توانایی مقدار اسیداوریک و کراتینین خون کشتی‌گیران را افزایش می‌دهد، اما در مقدار اوره خون، اسیداوریک و اوره و کراتینین ادرار ۲۴ ساعته آنها تغییری ایجاد نمی‌کند [۶]. رفعتی‌فرد و همکاران معتقدند که یک دوره فعالیت هوازی بر میزان کراتینین دفع‌شده در ادرار ۲۴ ساعته بیماران کلیوی مزمن مرد موثر است ولی بر میزان کراتینین و نیتروژن اوره سرم ایشان تاثیری ندارد [۷]. براساس پژوهش هانگ و همکاران تعریق هنگام تمرینات ورزشی در شرایط آب و هوایی خیلی گرم باعث کاهش میزان اسیداوریک و کراتینین می‌شود؛ بنابراین افرادی که تمرینات قدرتی شدید انجام می‌دهند یا در معرض محیط‌های گرم قرار دارند باید به‌منظور جلوگیری از دهیدراته‌شدن بدن، مایعات کافی بنوشند که این مایعات باید دارای سدیم کافی بوده تا از افزایش اسیداوریک سرم جلوگیری کند [۸]. نتایج مطالعه هازار و همکاران نیز نشان می‌دهد که سطح اوره سرم بازیکنان حرفه‌ای فوتبال قبل، بلافاصله و یک

با توجه به وجود سیستم گرمایشی در سالن تمرین دمای محیط کنترل شده و در تمامی مراحل تمرین ثابت و برابر  $22^{\circ}\text{C}$  بود. برای تعیین میزان کاتابولیسم پروتئین بعد از هر تمرین، میزان اوره به دست آمده بر عدد  $2/14$  تقسیم شد تا مقدار نیتروژن ادرار  $24$  ساعته مشخص شود. پس از محاسبه نیتروژن ادرار  $24$  ساعته با توجه به این که هر گرم نیتروژن نمایانگر مصرف  $6/25$  گرم پروتئین در بدن است [۱]، میزان کاتابولیسم پروتئینها محاسبه شد. با استفاده از حسگرهای موجود در دستگاه‌های ترمیدیل T960 (راین؛ ایران) ضربان قلب آزمودنی‌ها، فشار تمرین و همچنین مسافت مورد نظر کنترل شد.

برای اجرای هر آزمون، ابتدا آزمودنی‌ها به مدت  $10$  دقیقه برنامه گرم کردن (دویدن آهسته) را اجرا کردند. سپس فعالیت ویژه را با شدت  $65$  تا  $75\%$  حداکثر ضربان قلب ( $135$  تا  $175$  ضربه در دقیقه) انجام دادند. آزمون مورد استفاده برای دویدن هوازی تناوبی به صورت  $6$  تکرار  $500$  متر (هر تکرار حدود  $4/5$  دقیقه) بود که بین تکرارها از استراحت فعال نیم به یک استفاده شد. آزمون تداومی با مسافت  $3000$  متر به طور پیوسته و آزمون موازی  $1500$  متر تداومی و  $1500$  متر تناوبی با استراحت نیم به یک اجرا شد. فاصله زمانی یک هفته بین هر یک از تمرین‌ها برای دوره شست‌وشو در نظر گرفته شد.

داده‌ها به نرم‌افزار آماری SPSS 19 وارد و از آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار و غیره) و آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای تجزیه و تحلیل استفاده شد.

## نتایج

میانگین سن نمونه‌ها  $1/08 \pm 13/50$  سال ( $15-12$ )، قد  $167/71 \pm 5/71$  سانتی‌متر ( $165-143$ )، وزن  $58/50 \pm 46/50$  کیلوگرم ( $58-38$ )، شاخص توده بدنی  $1/05 \pm 19/87$  کیلوگرم بر مترمربع ( $30-21/30$ )، تعداد نبض در دقیقه  $4/37 \pm 83/30$  ( $90-78$ )، فشارخون سیستولی  $106/69 \pm 10/69$  میلی‌مترجیوه ( $12-10$ ) و فشارخون دیاستولی  $7/69 \pm 0/69$  میلی‌مترجیوه ( $9-7$ ) بود.

وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها در شروع  $3$  نوع تمرین اختلاف معنی‌داری نداشت ( $p > 0/05$ ). میانگین میزان اوره موجود در ادرار  $24$  ساعته نمونه‌ها قبل از تمرین  $2/78 \pm 9/10$  میلی‌گرم بردسی‌لیتر، اسیداوریک  $0/22 \pm 0/10$  میلی‌گرم بردسی‌لیتر و کراتینین  $0/30 \pm 0/68$  میلی‌گرم بردسی‌لیتر و میزان کاتابولیسم پروتئین آزمودنی‌ها  $28/62 \pm 8/12$  گرم بود. بین تاثیر یک جلسه فعالیت هوازی تناوبی، تداومی و موازی بر سطح اوره ( $p = 0/33$ )، اسیداوریک ( $p = 0/21$ ) و کراتینین ادرار  $24$  ساعته ( $p = 0/41$ ) و میزان کاتابولیسم پروتئین ( $p = 0/33$ ) دانش‌آموزان نوجوان، تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۱).

ساعت بعد از تمرین سرعتی تغییری نمی‌کند، ولی سطح اسیداوریک آنها افزایش می‌یابد [۹].

اکثر پژوهش‌های مشابه انجام شده تاکنون در افراد با سنین بالاتر و ورزشکاران ماهر انجام شده و در آنها تاثیر هر  $3$  نوع فعالیت هوازی تداومی، تناوبی و موازی بر میزان کاتابولیسم پروتئینها در مطالعه‌ای واحد در نمونه‌ها مقایسه نشده است. از طرفی دانش‌آموزان مقطع راهنمایی در سنینی هستند ( $12$  تا  $15$  سال) که تحرک و فعالیت و بالطبع انرژی زیادی می‌طلبند. با توجه به این که در این سنین دانش‌آموزان اغلب ذخیره چربی قابل توجهی ندارند و ممکن است منابع کربوهیدراتی آنها نیز قادر به رفع نیاز بدن به مواد سوختی نباشد، محتمل‌ترین تامین‌کننده‌های انرژی آنها پروتئینها هستند که باید بیشتر صرف رشد و نمو آنها شوند. این پژوهش با هدف مقایسه تاثیر  $3$  نوع فعالیت هوازی تناوبی، تداومی و موازی بر میزان اوره، اسیداوریک و کراتینین ادرار  $24$  ساعته و میزان کاتابولیسم پروتئین نوجوانان انجام شد.

## روش‌ها

این پژوهش نیمه‌تجربی در دانش‌آموزان پسر  $12$  تا  $15$  سال مدارس راهنمایی شبانه‌روزی پسرانه شهرستان گناباد در سال تحصیلی  $91-1390$  انجام شد. مدرسه راهنمایی نمونه شهید هاشمی‌نژاد با  $180$  دانش‌آموز به قید قرعه انتخاب شد. ابتدا چک‌لیست مشخصات جمعیت‌شناختی و معاینات پزشکی برای دانش‌آموزان داوطلب شرکت در پژوهش تکمیل شد و سپس از میان افرادی که از لحاظ معاینه پزشکی سالم بودند، به‌طور منظم ورزش تخصصی انجام نمی‌دادند، از لحاظ شاخص توده بدنی در محدوده نرمال قرار داشتند و فقط از غذای سالن غذاخوری مدرسه استفاده می‌کردند،  $15$  نفر به‌طور تصادفی انتخاب و وارد مطالعه شدند.

قبل از نمونه‌گیری و جمع‌آوری ادرار  $24$  ساعته از آزمودنی‌ها خواسته شد که از خوردن غذاهای نیم‌روزی، انجام تمرین و فعالیت‌های مختلف ورزشی غیر از برنامه مشخص شده در مدت انجام پژوهش خودداری نمایند. قبل از انجام تمرین، ادرار  $24$  ساعته از آزمودنی‌ها جمع‌آوری شد. برای این منظور  $24$  ساعت قبل از شروع فعالیت ورزشی و نیز بلافاصله پس از اتمام هر روش تمرینی به مدت  $24$  ساعت نمونه‌های ادرار جمع‌آوری و برای اندازه‌گیری به آزمایشگاه جهاد دانشگاهی شهرستان گناباد ارسال شد و مقادیر اوره (پارس آزمون؛ ایران)، اسیداوریک (پارس آزمون؛ ایران) و کراتینین (پارس آزمون؛ ایران) با روش فتومتریک تعیین شد. نمونه‌ها در یک روز تمرین هوازی تناوبی را انجام دادند و سپس به‌منظور از بین بردن اثر انتقالی این تمرین، به مدت یک هفته شست‌وشوی کاتابولیسی صورت گرفت و پس از آن آزمودنی‌ها تمرین هوازی تداومی و یک هفته بعد نیز تمرین موازی (ترکیب تناوبی-تداومی) را انجام دادند که اولویت انجام روش‌های تمرینی با قید قرعه مشخص شد. ضمناً

ماکادو و همکاران در بررسی نیز تاثیر مکمل کراتین خوراکی را طی ۵ روز بر متابولیسم بازیکنان فوتبال است [۱۳].

طبق نتایج پژوهش حاضر، افزایش میزان کاتابولیسم پروتئین در آزمودنی‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که در تمرین‌های هوازی (تناوبی، تداومی و موازی) انجام‌شده، انرژی مورد نیاز از منابع گلیکوژنی و لیپیدی تامین شده و منابع پروتئینی خیلی مورد استفاده قرار نگرفته است. البته از آنجایی که ترشح هورمون رشد در دامنه سنی ۱۲ تا ۱۵ سال (سن رشد) بالاست، نیاز به پروتئین افزایش می‌یابد که باید در رژیم غذایی نوجوانان به آن توجه بیشتری مبذول شود.

شاهدوست با بررسی تاثیر تمرینات هوازی منتخب بر میزان کاتابولیسم پروتئین‌ها در دانش‌آموزان ۱۵ ساله دونده نتایج مشابهی را گزارش می‌کند. البته در تمرینات با شدت بالا، با توجه به نسبت تبادل تنفسی، کربوهیدرات منبع اصلی تولید انرژی محسوب می‌شود. درگیری پروتئین‌ها در انرژی‌زایی فعالیت‌های با شدت بالا به زمان تمرین نیز بستگی دارد. بدین معنا که پروتئین‌ها در تمرینات با شدت بالایی که برای مدت‌زمان بیشتری تداوم داشته باشند، بیشتر سوخته می‌شوند [۱]. قنبری‌نیاکی با مطالعه اثر ۲ آزمون متوالی بی‌هوازی همراه با استراحت بر دانشجویان دختر رشته تربیت‌بدنی [۴]، ترتیبی با بررسی تاثیر فعالیت بدنی کوتاه‌مدت با حداکثر توانایی بر میزان اسیداوریک، اوره و کراتینین خون کشتی‌گیران [۵]، رمضان‌پور با مطالعه تاثیر فعالیت بدنی کوتاه‌مدت با حداکثر توانایی بر میزان اسیداوریک، اوره و کراتینین خون و ادرار کشتی‌گیران حرفه‌ای [۶]، لمون و همکاران با بررسی اثر تمرینات طولانی‌مدت شدید بر کاتابولیسم پروتئین دوندگان ماراتن زن و مرد [۱۴]، ساووکا و همکاران با بررسی اثر تمرینات درازمدت بر متغیرهای خونی و جسمانی بازیکنان هندبال دختر نوجوان [۱۵] و سینگیال و همکاران با مطالعه تاثیر تمرینات پلیومتریک بر پارامترهای آمادگی جسمانی و بیوشیمیایی ورزشکاران پرش ارتفاع [۱۶] نتایج مشابهی با مطالعه حاضر گزارش می‌کنند.

تاثیر فعالیت‌های هوازی بر تغییرات سطح اوره خون و ادرار ۲۴ ساعته یا اوره دفعی از طریق تعریق که بیانگر کاتابولیسم پروتئین‌هاست، ممکن است به دلیل الف) انجام فعالیت در شرایط بی‌غذایی یا تخلیه ذخایر گلیکوژن عضلات و کبد و فعال‌شدن چرخه کربس باشد [۴]؛ ب) در شرایط طبیعی و در اثر دامیناسیون آمینواسیدها، آمونیاک تولیدشده به کبد حمل و در آنجا به وسیله چرخه کربس و طی واکنش‌های خاصی به اوره تبدیل می‌شود. در ورزش نیز این چرخه در شرایط هوازی فعال و تولید اوره افزایش می‌یابد [۱]؛ ج) اوره تولیدی در بدن از طریق کلیه‌ها و ادرار دفع می‌شود. در زمان کاهش ذخایر گلیکوژن، عضلات و کبد طی فعالیت در شرایط بی‌غذایی برای تامین انرژی از مواد پروتئینی استفاده می‌نماید. به دنبال به‌کارگیری مواد پروتئینی ترشح و دفع مواد زاید ناشی از تجزیه آنها

جدول ۱) مقایسه میانگین اوره، اسیداوریک و کراتینین ادرار ۲۴ ساعته و کاتابولیسم پروتئین دانش‌آموزان ۱۵-۱۲ ساله، قبل و پس از انجام تمرین‌های تناوبی، تداومی و موازی

مرحله	میانگین	سطح معنی‌داری
<b>اوره (میلی گرم بر دسی لیتر)</b>		
قبل از تمرین	۹/۱۰±۲/۷۸	
بعد از تمرین تناوبی	۸/۸۰±۲/۸۲	۰/۳۳
بعد از تمرین تداومی	۹/۳۰±۱/۸۸	
بعد از تمرین موازی	۱۰/۱۰±۱/۹۱	
<b>اسیداوریک (میلی گرم بر دسی لیتر)</b>		
قبل از تمرین	۰/۲۲±۰/۱۰	
بعد از تمرین تناوبی	۰/۳۰±۰/۱۲	۰/۲۱
بعد از تمرین تداومی	۰/۳۴±۰/۱۳	
بعد از تمرین موازی	۰/۳۰±۰/۱۲	
<b>کراتینین (میلی گرم بر دسی لیتر)</b>		
قبل از تمرین	۰/۶۸±۰/۳۰	
بعد از تمرین تناوبی	۰/۶۰±۰/۱۵	۰/۴۱
بعد از تمرین تداومی	۰/۵۸±۰/۱۸	
بعد از تمرین موازی	۰/۶۶±۰/۱۵	
<b>کاتابولیسم پروتئین (گرم)</b>		
قبل از تمرین	۲۸/۶۲±۸/۱۲	
بعد از تمرین تناوبی	۲۵/۷۰±۸/۲۳	۰/۳۳
بعد از تمرین تداومی	۲۷/۱۶±۵/۵۱	
بعد از تمرین موازی	۲۹/۴۹±۵/۵۸	

## بحث

در این پژوهش در ۴ نوبت ۲۴ ساعته اقدام به جمع‌آوری ادرار ۲۴ ساعته از آزمودنی‌ها شد. برای آزمون فعالیت هوازی تناوبی، دویدن به صورت ۶ تکرار ۵۰۰ متری (هر تکرار حدود ۴/۵ دقیقه)، برای فعالیت تداومی دویدن با مسافت ۳۰۰۰ متر و برای فعالیت موازی، دویدن ۱۵۰۰ متری تناوبی و ۱۵۰۰ متری تداومی با استراحت نیم به یک و ضربان قلب ۱۳۵ تا ۱۷۵ ضربه در دقیقه اجرا شد. میزان اوره و اسیداوریک آزمودنی‌ها بعد از تمرینات هوازی افزایش ناچیزی داشت و میزان کراتینین ادرار ۲۴ ساعته آنها به مقدار ناچیزی کاهش پیدا کرد که هیچکدام به لحاظ آماری معنی‌دار نبود که با نتایج هازار و همکاران در بررسی اثر ورزش‌های هوازی بیشینه بر هورمون‌های متابولیک، صدمات عضله و محصولات نهایی متابولیک بازیکنان حرفه‌ای فوتبال [۹]، دگوتی و همکاران در بررسی میزان مصرف انرژی حین مسابقه و ریکاوری ورزشکاران جودوکار [۱۰]، لال‌خانا و همکاران در بررسی اثر جلسات آماده‌سازی ۸ هفته‌ای و رقابتی ۴ هفته‌ای بر متغیرهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیک بازیکنان فوتبال [۱۱] و مانا و همکاران در بررسی اثر برنامه تمرینی هوازی-بی‌هوازی و مهارتی بازیکنان هاکای هندی [۱۲] همخوانی دارد و مغایر با نتایج هانگ و همکاران در بررسی اثر تمرین ۲ ساعت در روز طی یک هفته بر بازیکنان ماهر بدمیتون [۸] و

گناباد برای همکاری در انجام طرح و دانش‌آموزان عزیز که در این پژوهش مشارکت نمودند، تشکر می‌نمایند.

### منابع

- 1- Shahdoost H. Survey the effect of selected aerobic exercises (interval running) on protein catabolism rate on gonabad 15 years old students [dissertation]. Mashhad: Azad University of Mashhad; 2004. [Persian]
- 2- Momeni A, Mir Hosseini M, Niazi E. Correlation of serum uric acid and proteinuria in patients with type 2 diabetes mellitus. Isfahan Med School J. 2011;28(118):1232-9. [Persian]
- 3- Ziaee A, Shikhleslami H, Sarreshtehdari M, Javadi M, Khoieini H. Association of uric acid and albuminuria in patients with type 2 diabetes. Qazvin Univ Med Sci J. 2008;1(46):16-20. [Persian]
- 4- Ghanbari Niaki A, Barmaki S, Afshar Naderi A. Plasma creatinine, ATP and glucose concentrations, energy expenditure and anaerobic power markers after two consecutive RAST tests female college students. Res Sport Sci. 2008;6(19):97-110. [Persian]
- 5- Tartibian B. The effect of intensive max-term exercises on urine, uric acid and creatinine in wrestlers [dissertation]. Tehran: Tehran University; 1991. [Persian]
- 6- Ramezan Pour MR, Mohammad Khani J, Hejazi SM. The effect of intensive short-term exercises on protein catabolism in fasting and unfasting conditions among the elite wrestlers. J Sports Sci Med. 2009;11:94.
- 7- RafatiFard M, Taghian F, Pakfetrat M, Daryanoosh F, Mohammadi H. The effect of aerobic training on the amount of GFR and excreted of creatinine in patients with chronic kidney. J Army Univ. 2011;9(4):264-70. [Persian]
- 8- Huang L, Huang Ch, Chen ML, Mao IF. Effects of profuse sweating induced by exercise on urinary uric acid excretion in a hot environment. Chinese J Physiol. 2010;4(53):254-61.
- 9- Hazar S, Korkmaz S, Bayil S, Gurkan AC. The effect of graded maximal aerobic exercise on some metabolic hormones, muscle damage and some metabolic end products in sportsmen. Sci Res Essays. 2011;6(6):1337-43.
- 10- Degoutte P, Filaire E. Energy demands during a judo match and recovery. J Sports Med. 2003;37(3):245-9.
- 11- LalKhanna G, Manna I, Dhara CP. Effect of training on physiological and biochemical variables of soccer players of different age groups. Asian J Sports Med. 2010;1(1):5-22.
- 12- Manna I, Khanna GL, Dhara PC. Variation in age and training on selected biochemical variables of Indian hockey players. J Med Sci. 2010;3(2):128-39.
- 13- Machado M, Sampaio Jorg F, Dias N, Franz W. Effect of oral creatine supplementation in soccer players metabolism. Sport Sci. 2008;10:44-58.
- 14- Lemon P, Danly DJ, Sherman BA. Effect of intense prolonged running on protein catabolism. Ohio: Kent State University Publication; 1982.
- 15- Savucu Y. Effect of long-term training on physical and hematological values in young female handball players. Afr J Microbiol Res. 2012;6(5):1018-23.
- 16- Singh Bal D, Dhesi S, Singh M. Effects of 6-week plyometric training on biochemical and physical fitness parameters of Indian jumpers. J Physic Educ Sport Manag. 2012;3(3):35-40.

در سرم و در نهایت، در ادرار و عرق افزایش پیدا می‌کند [۶؛ د] همزمان با افزایش فعالیت، ترشح آنزیم‌ها برای افزایش سوخت و ساز و تامین انرژی سریعاً به کار می‌افتد. فرآیندهای تجزیه بافتی سریع‌تر به وقوع پیوسته و رهاشدن آمینواسیدها در خون برای تولید انرژی افزایش پیدا می‌کند. این موضوع احتمالاً از طریق چرخه آلانین - گلوکز، چرخه کربس، افزایش فعالیت آنزیم آرژیناز کبدی و افزایش ترشح هورمون گلوکاگون که مانع استفاده زیاد از کربوهیدرات می‌شود، اتفاق می‌افتد [۵؛ ه] به موازات افزایش زمان تمرین همراه با کاهش ذخایر گلیکوژنی بدن فشار بیشتری به دستگاه‌های تولید انرژی وارد می‌شود. حال اگر شدت تمرین به ویژه در فعالیت‌های هوازی از حد معینی تجاوز کند، خستگی نیز زودتر عارض می‌شود. بدون در نظر گرفتن عواملی همچون افزایش اسیدلاکتیک که موجب بروز خستگی در ورزشکاران می‌شود، می‌توان به این مساله اشاره نمود که در فعالیت‌های طولانی مدت یا شدت بدنی بالاتر از ۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی، افزایشی در چرخه سوخت و سازی پروتئین و آمینواسیدها دیده می‌شود. این افزایش نمایان‌گر فعال شدن چرخه کربس و چرخه آلانین - گلوکز و استفاده بیشتر از پروتئین‌هاست [۶].

در مورد افزایش ناچیز اسیداوریک برخی از پژوهشگران معتقدند که فعالیت‌های عضلانی شدید که با افزایش اسیدلاکتیک توأم بوده و نوع تمریناتی که آزمودنی‌ها انجام می‌دهند، می‌تواند یکی از عوامل ازدیاد اسیداوریک محسوب شود. اما کراتینین ادرار ۲۴ ساعته آزمودنی‌ها نیز بعد از هر تمرین دچار تغییر شد که دلایل این تغییر را می‌توان به رابطه بین کراتینین دفع شده و توده عضلانی، مقدار ذخیره فسفوکرآتین (ذخیره فسفوکرآتین یعنی انرژی شیمیایی ذخیره شده در عضلات که به توده عضلانی بستگی دارد)، افزایش لاکتات (که به دنبال انجام فعالیت شدید در عضلات ایجاد می‌شود) و افزایش فعالیت آنزیم‌های پروتئینی نسبت داد [۵].

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم امکان افزایش میزان تمرین با توجه به توان و سن آزمودنی‌ها و عدم اندازه‌گیری اوره عرق در آزمودنی‌ها اشاره کرد.

### نتیجه‌گیری

تمرینات هوازی تناوبی، تداومی و موازی انجام شده تأثیری بر سطح اوره، اسیداوریک، کراتینین ادرار ۲۴ ساعته و نیز میزان کاتابولیسم پروتئین نوجوانان ۱۲ تا ۱۵ ساله ندارد.

**تشکر و قدردانی:** پژوهشگران از آقای سیدعلی باقریان مدیر محترم مدرسه راهنمایی نمونه شبانه‌روزی پسرانه شهید هاشمی‌نژاد