

## مقایسه تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی با تمرین‌های سستی کشتی از لحاظ اثرگذاری بر متابولیسم پورین‌ها

دکتر عباس قنبری نیکی<sup>۱</sup>، محمود حصارکوشکی<sup>۱</sup>، دکتر محمدرضا حامدی‌نیا<sup>۲</sup>

۱) گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه مازندران، ۲) گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول: بابلسر، خیابان پاسداران، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه مازندران؛ محمود حصارکوشکی؛ e-mail: [m.kooshki@stu.umz.ac.ir](mailto:m.kooshki@stu.umz.ac.ir)

### چکیده

**مقدمه:** متابولیسم پورین‌ها، شامل ساخت و تجزیه‌ی پورین نوکلئوتیدها است. تحقیقات نشان می‌دهند که شدت فعالیت ورزشی از موارد اثرگذار بر ارگان‌ها و منابع انرژی بدن محسوب می‌شود و می‌تواند بر منابع بازسازی آدنوزین تری فسفات (ATP) تأثیر داشته باشد. هدف این پژوهش، مقایسه‌ی دو شیوه‌ی متفاوت تمرین کشتی از لحاظ تأثیر متابولیکی و اثرگذاری بر شاخص‌های چرخه پورین نوکلئوتید بود. **مواد و روش‌ها:** ۲۱ داوطلب بر اساس وزن بدن، به دو گروه تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی (۱۰ نفر) و گروه تمرین‌های سستی کشتی (۱۱ نفر) تقسیم شدند. پس از اجرای آزمون‌های عملکردی، نمونه‌گیری خونی پیش و پس از تمرین‌ها انجام شد. داوطلبین به مدت چهار هفته، شش تکنیک کشتی را به صورت دایره‌ای و تمرین‌های سستی کشتی انجام دادند. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد پس از چهار هفته تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی، تفاوت معنی‌داری در مقادیر هیپوگزانتین گوانین فسفوریبوزیل ترانسفراز ( $P=0/44$ )، هیپوگزانتین ( $P=0/54$ ) و اسیداوریک پلازما ( $P=0/51$ ) بین دو گروه وجود نداشت. اما در مقایسه‌ی درون گروهی مشخص شد که تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی و تمرین‌های سستی کشتی باعث کاهش معنی‌دار مقادیر هیپوگزانتین در گروه تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی ( $P=0/03$ ) و گروه تمرین‌های سستی کشتی ( $P=0/008$ ) شد. هم‌چنین مقایسه‌ی درون گروهی، افزایش معنی‌داری را در توان هوازی و میانگین توان بی‌هوازی نشان داد. **نتیجه‌گیری:** مقایسه‌ی دو شیوه تمرین کشتی نشان داد که این دو تفاوتی با هم ندارند و به یک میزان شاخص‌های چرخه پورین نوکلئوتید را تحت تأثیر قرار می‌دهند. نتایج این پژوهش و پژوهش‌های گذشته مشخص می‌کند که تمرین‌های سرعتی و تمرین‌های بی‌هوازی، به طور موثری متابولیسم پورین‌ها را تغییر داده و تولید متابولیت‌های ناشی از آن را تحت تأثیر قرار خواهند داد.

### واژگان کلیدی: تمرین دایره‌ای کشتی، هیپوگزانتین، HGPRT

دریافت مقاله: ۹۵/۵/۱۶ - دریافت اصلاحیه: ۹۵/۷/۲۴ - پذیرش مقاله: ۹۵/۸/۱۰

### مقدمه

متابولیسم پورین‌ها، شامل ساخت و تجزیه‌ی پورین نوکلئوتیدها است و میزان ذخایر آدنیلات و گوانیلات را در بدن تعیین می‌کند؛ بنابراین مقادیر درون‌سلولی آدنوزین‌تری‌فسفات<sup>۱</sup> (ATP) و گوانوزین-

تری‌فسفات<sup>ii</sup> (GTP) تحت تأثیر متابولیسم پورین‌ها قرار قرار می‌گیرد.<sup>۱</sup>

محتوای ATP عضله اسکلتی افراد تمرین نکرده، ۲۰ تا ۲۵ میلی‌مول بر کیلوگرم وزن خشک عضله است.<sup>۲</sup> بررسی‌ها نشان می‌دهند که شدت فعالیت بدنی از موارد اثرگذار بر میزان ذخایر انرژی محسوب می‌شود و بر منابع بازسازی ATP تأثیر دارد.<sup>۳،۴</sup>

بالاترین فعالیت HGPRT را در مقایسه با دونده‌های آماتور و تفریحی دارند.<sup>۱۴</sup> مطالعات در طی دوره‌های کوتاه‌مدت تمرینات سرعتی نیز کاهش از دست‌دادن آدنین‌نوکلئوتید عضله را نشان دادند.<sup>۱۵</sup>

با توجه به اهمیت متابولیسم پورین‌ها و محدودیت محتوای آدنین نوکلئوتید عضلات اسکلتی در طی ورزش، به خصوص در فعالیت‌هایی که با شدت بالا انجام می‌شوند، به نظر می‌رسد بررسی این موضوع در رشته‌های مختلف ورزشی دارای اهمیت است. با مرور ادبیات تحقیق، مطالعه‌ای که مقایسه‌ی تمرین‌های مختلف آماده‌سازی کشتی بر متابولیسم پورین‌ها را بررسی کرده باشد یافت نشد؛ لذا با توجه به مشخص بودن تاثیر تمرین بر شاخص‌های چرخه پورین، پژوهش حاضر قصد دارد که دو شیوه‌ی متفاوت تمرین کشتی را از لحاظ کارایی متابولیکی و اثرگذاری بر شاخص‌های چرخه پورین نوکلئوتید مقایسه کند.

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش شبه تجربی، کشتی‌گیران نخبه‌ی شهرستان نیشابور بررسی شدند. تعداد ۲۱ نفر از کشتی‌گیران جهت شرکت در پژوهش داوطلب شدند و رضایت‌نامه‌ی آگاهانه و کتبی شرکت در پژوهش را تکمیل کردند. معیارهای ورود افراد، سلامتی کامل، نداشتن هیچ نوع سابقه‌ی بیماری، و عدم مصرف سیگار بود و داوطلبین دارای حداقل دو سال سابقه‌ی تمرین کشتی بودند. برای برآورد حجم نمونه‌ی پژوهش، از نرم‌افزار جی پاور با آلفای ۰/۰۵ و توان آماری ۸۰/۸۰ استفاده شد و حجم نمونه برای هر گروه ۱۰ نفر محاسبه شد. داوطلبین بر اساس وزن بدن، به دو گروه تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی (۱۰ نفر) با میانگین سنی  $17/5 \pm 2/41$  سال و سابقه‌ی تمرینی  $3/7 \pm 1/95$  سال و گروه تمرین‌های سنتی کشتی (۱۱ نفر) با میانگین سنی  $16/82 \pm 1/83$  سال و سابقه‌ی تمرینی  $3/0 \pm 1/55$  سال تقسیم شدند. برای کاهش میزان خطا در پژوهش، کارکنان آزمایشگاه و آزمودنیان از عضویت افراد در گروه‌ها و همچنین داوطلبین از موضوع و محتوای تحقیق اطلاعی نداشتند. به علاوه، وزن بدن، سابقه‌ی تمرین، میزان تمرین در طول پژوهش و تغذیه‌ی آزمودنی‌ها که از متغیرهای مخدوش‌گر بودند، در طی پژوهش کنترل شدند و دو گروه شرایط مشابهی داشتند. یک هفته پیش از شروع پژوهش، با توجه به برنامه‌ریزی طرح تحقیق، آزمودنی‌ها در

در طی تمرین بدنی، زمانی که عملکرد میتوکندریایی نمی‌تواند نیازهای انرژی عضلات را تامین کند، فیبرهای عضلانی، ATP را از واکنش آدنیلات‌کیناز به دست می‌آورند که نتیجه آن تولید ATP و آدنوزین مونوفسفات (AMP) است و به دنبال آن دی‌آمیناسیون AMP به اینوزین مونوفسفات (IMP)<sup>ii</sup> و یا دفسفریلاسیون به آدنوزین صورت می‌پذیرد، به این ترتیب AMP وارد مسیر تجزیه‌ی پورین می‌شود.<sup>۱۶</sup> بر اثر تجزیه IMP پورین‌های اولیه، اینوزین، هیپوگزانتین و اسید اوریک تولید می‌شوند.<sup>۱۷</sup> پس از تشکیل متابولیت‌ها، مسیر بازیافت IMP از هیپوگزانتین به وسیله آنزیم هیپوگزانتین گوانین فسفوریبوزیل-ترانسفراز<sup>iii</sup> (HGPRT) انجام می‌شود<sup>v</sup> که هیپوگزانتین را به فسفوریبوزیل پیروفسفات<sup>iv</sup> (PRPP) متصل می‌کند و IMP شکل می‌گیرد.<sup>۱۸</sup> HGPRT آنزیمی است که علاوه بر حفظ محتوای ATP عضله، از تشکیل رادیکال‌های آزاد متعاقب تجزیه‌ی هیپوگزانتین جلوگیری می‌کند.<sup>۱۹</sup> هیپوگزانتین به عنوان یکی از شاخص‌های تجزیه‌ی پورین‌ها در عضله<sup>۲۰</sup> و شاخص شدت تمرین<sup>۱۱</sup> مورد استفاده قرار می‌گیرد.

طی تمرین طولانی‌مدت با شدت متوسط، غلظت هیپوگزانتین پلاسما افزایش می‌یابد.<sup>۲۱</sup> مطالعات نشان داده‌اند که تمرین سرعتی، شدید و تناوبی،<sup>۱۲،۱۳</sup> فعالیت‌هایی که از منابع بی‌هوازی استفاده می‌کنند<sup>۱۴</sup> و متغیرهای تمرینی مانند مدت و شدت، متابولیسم پورین‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند.<sup>۱۴-۱۶</sup>

استاتیس<sup>v</sup>، تاثیر هفت روز تمرین‌های سرعتی را بر متابولیسم پورین‌ها بررسی کرد. نتایج نشان دادند که سطوح سرمی هیپوگزانتین و اسیداوریک طی مرحله بازیافت افزایش یافتند.<sup>۱۶</sup> همچنین در طی تمرین طولانی‌مدت با شدت متوسط نیز غلظت پلاسمایی هیپوگزانتین افزایش یافت.<sup>۱۷</sup> کاهش قابل-ملاحظه در مقادیر هیپوگزانتین پس از تمرین<sup>۱۷،۱۸</sup> و افزایش فعالیت HGPRT عضله، از نتایج سازگاری تمرین‌های ورزشی است.<sup>۲</sup> زیلینسکی<sup>vi</sup>، تاثیر یک سال دوره‌های تمرینی را بر مقادیر هیپوگزانتین و فعالیت HGPRT در سه‌گروه دونده‌های نخبه، آماتور و تفریحی بررسی کرد. نتایج نشان دادند که دونده‌های نخبه، پایین‌ترین غلظت هیپوگزانتین و

i- Adenosine monophosphate

ii- Inosine monophosphate

iii - Hypoxanthine-guanine phosphoribosyltransferase

iv - Phosphoribosyl pyrophosphate

v - Stathis

vi - Zielinski

جلسه‌ی آشنایی با تمرین‌های کشتی شرکت کردند و اندازه‌های آنتروپومتری شامل قد، وزن، نمایه‌ی توده‌ی بدنی<sup>i</sup> (BMI)، درصد چربی، توان هوازی، توان بی‌هوازی و توان انفجاری پاها اندازه‌گیری شدند. درصد چربی زیرپوستی بدن با استفاده از فرمول سه‌نقطه‌ای جکسون و پولاک<sup>ii</sup> محاسبه شد. ضخامت چربی زیر پوستی در سه نقطه‌ی سینه، شکم و ران به وسیله کالیپر اندازه‌گیری شد. توان هوازی یا حداکثر اکسیژن مصرفی، بیشترین مقدار اکسیژنی است که به وسیله بدن در هنگام فعالیت ورزشی تا حد واماندگی مصرف می‌شود. از آزمون ۲۰ متر شاتل ران برای محاسبه‌ی توان هوازی داوطلبین استفاده شد. ابتدا داوطلبین با سرعت ۸/۵ کیلومتر در ساعت فاصله ۲۰ متری را دویدند و هر دقیقه ۰/۵ کیلومتر به سرعت آن‌ها افزوده شد. فواصل هر ۲۰ متر نیز با صدای بوق دستگاه شروع می‌شد. چنانچه آزمودنی‌ها دو بار متوالی یا سه مرتبه غیرمتوالی با صدای بوق به پایان ۲۰ متر نمی‌رسیدند، از آزمون خارج می‌شدند و مرحله و شاتل پایانی آن‌ها ثبت می‌شد. توان بی‌هوازی نیز حداکثر مقدار انرژی است که می‌تواند توسط مسیرهای انرژی بی‌هوازی در دقیقه تولید شود. برای اندازه‌گیری توان بی‌هوازی از آزمون ۳۵ متر دویدن رست استفاده شد. آزمودنی‌ها فاصله‌ی ۳۵ متری را با تمام توان شش بار می‌دویدند، و بین هر ۳۵ متر ۱۰ ثانیه استراحت فعال (راه رفتن) داشتند. زمان هر ۳۵ متر برای داوطلبین جهت اندازه‌گیری توان بی‌هوازی ثبت شد. از آزمون پرش سارجنت برای اندازه‌گیری توان انفجاری پاها استفاده شد. بدین‌ترتیب که آزمودنی‌ها به پهلو در کنار دیواری که با متر مدرج شده بود، سه بار پرش انجام دادند، و بیشترین ارتفاع پرش برای هر آزمودنی ثبت شد.

از داوطلبین خواسته شد ۴۸ ساعت پیش از نمونه‌گیری خونی، فعالیت ورزشی شدیدی انجام ندهند. در روز نمونه‌گیری، داوطلبین یک صبحانه‌ی استاندارد حدود ۵۰۰ کیلوکالری (سه چهارم نان لواش، چهار عدد خرما، دو عدد گردو، ۴۰ گرم پنیر و مقداری سبزی خوردن) مصرف کردند. سپس به میزان پنج میلی‌لیتر خون از سیاهرگ دست داوطلبین در حالت استراحت گرفته شد و به لوله‌های آزمایش حاوی EDTA منتقل شد و نمونه‌ها پس از سانتریفیوژ و جداسازی پلاسما در دمای ۸۰- درجه سانتی-

گراد فریز شدند. داوطلبین گروه تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی و تمرین‌های سنتی کشتی بر اساس طرح تحقیق به مدت چهار هفته به تمرین کشتی پرداختند. در هر جلسه، داوطلبین گروه تمرین دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی پس از ۲۰ دقیقه فعالیت عمومی در شش ایستگاه فنون کشتی را (فن کمر، تندر، سرزیربغل، فیتو، یک خم موافق و کول‌انداز) با حداکثر توان و هر تکنیک را ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ ثانیه در دو هفته اول با دو ست تکرار و در هفته سوم و چهارم با سه ست تکرار، مرور می‌کردند و گروه شاهد در زمان‌های مشابه تمرین سنتی کشتی انجام می‌داد. داوطلبین هر دو گروه، تمرین‌های مقاومتی و هوازی مشابهی داشتند. پس از انجام چهار هفته تمرین، داوطلبین پس از آخرین جلسه به مدت ۴۸ ساعت از تمرین شدید خودداری کردند. مشابه نمونه‌گیری پیش‌آزمون، نمونه‌های خون پس‌آزمون جمع‌آوری شدند. نمونه‌های خون برای تعیین مقادیر پلاسمایی هیپوگزانتین، اسیداوریک و HGPRT به آزمایشگاه تخصصی فرستاده شدند. جهت اندازه‌گیری هیپوگزانتین، از کیت شرکت Sigma ساخت کشور آلمان با روش خوانش فتومتری توسط دستگاه استفاده شد. مقادیر HGPRT نیز با استفاده از روش الیزا و کیت شرکت Casabio با درجه حساسیت ۰/۰۳۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر و ضریب تغییرات درون‌گروهی هشت درصد ساخت کشور چین اندازه‌گیری شدند.

### روش آماری

جهت بررسی شاخص‌های مرکزی و پراکندگی از آمار توصیفی استفاده شد. از آزمون t مستقل، همبسته و تحلیل کواریانس برای بررسی تغییرات شاخص‌ها استفاده شد. عملیات آماری توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شد و سطح معنی‌داری  $P \leq 0/05$  در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

با استفاده از آمار توصیفی پیش و پس از چهار هفته تمرین، میانگین و انحراف معیار اندازه‌های آنتروپومتری و فیزیولوژی داوطلبین محاسبه شد. شاخص‌های آنتروپومتری و آزمون‌های عملکردی در جدول ۱ و مقادیر HGPRT، هیپوگزانتین، اسیداوریک در جدول ۲ آمده است.

i - Body mass index

ii - Jackson & Pollock

جدول ۱- شاخص‌های آنترپومتری و فیزیولوژی گروه‌های آزمودنی

P درون گروهی	گروه ۲		P درون گروهی	گروه ۱		اندازه‌های آنترپومتری و فیزیولوژی
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	
	۱۷۱/۷۳±۵/۰۲			۱۷۱/۵۰±۴/۸۶		قد (سانتی‌متر)
	۶۹/۶۶±۱۴/۵۵			۶۸/۳۱±۱۶/۵۵		وزن (کیلوگرم)
	۱۱/۷۲±۴/۹۷			۱۰/۸۲±۵/۳۲		درصد چربی
	۲۳/۵۳±۴/۰۰			۲۳/۰۶±۴/۵۲		نمایه‌ی توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)
۰/۰۰۴	* ۴۹/۲۲±۳/۴۶	۴۵/۷۵±۲/۶۸	۰/۰۱۵	* ۵۱/۶۸±۵/۸۷	۴۶/۸۷±۵/۱۳	حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه)
۰/۰۰۳	* ۳۹۸/۰±۹۵/۷۶	۳۵۸/۸۲±۹۱/۵۱	۰/۰۰۵	* ۴۵۳/۰۰±۱۱۳/۷۳	۳۷۹/۴±۸۵/۲۸	میانگین توان (وات)
۰/۶۶	۴/۵۴±۲/۵۶	۴/۷۲±۲/۶۱	۰/۴۵	۵/۳۸±۲/۸۵	۴/۷۸±۲/۴۱	شاخص خستگی (وات بر ثانیه)
۰/۸۵	۱۵۹۳/۹۸±۷۸۷/۶۹	۱۶۲۲/۱۸±۶۵۵/۸۷	۰/۰۳	* ۱۸۹۰/۳۰±۴۹۲/۷۷	۱۷۲۳/۸±۵۱۷/۲۹	میانگین توان پاها (وات)
۰/۲۳	۵/۱۲±۳/۰۰	۳/۹۵±۱/۲۸	۰/۵۸	۴/۸۶±۲/۱۵	۴/۷۲±۱/۷۸	افت ۴۰۰ متر (ثانیه)
۰/۱۴	۱۲/۰۱±۰/۷۲	۱۲/۲۹±۰/۶۸	۰/۱۶	۱۲/۰۷±۰/۹۸	۱۲/۴۵±۱/۱۱	چابکی (ثانیه)

گروه ۱: تمرین دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی، گروه ۲: تمرین سنتی کشتی، \*تفاوت معنی‌دار درون‌گروهی ( $P \leq 0.05$ )، مقادیر به صورت میانگین±انحراف معیار نمایش داده شده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین مقادیر HGPRT، هیپوگزانتین و اسیداوریک در گروه ۱ و ۲

متغیر	HGPRT (نانوگرم بر دسی‌لیتر)		HX (نانوگرم بر میکرولیتر)		UA (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	
	۱	۲	۱	۲	۱	۲
پیش‌آزمون	۰/۳۴±۰/۰۳	۰/۴۰±۰/۱۱	۵۷/۰۱±۲۲/۴۶	۴۸/۹۳±۱۶/۱۹	۶/۰۵±۱/۱۲	۶/۳۷±۱/۰۸
پس‌آزمون	۰/۳۴±۰/۰۴	۰/۳۷±۰/۰۷	* ۳۲/۵۳±۱۴/۱۰	* ۳۱/۲۱±۱۲/۴۷	۵/۷۷±۰/۹۴	۵/۸۱±۱/۰۳
P درون‌گروهی	۰/۸۰	۰/۳۷	۰/۰۳	۰/۰۰۸	۰/۳۸	۰/۳۰

گروه ۱: تمرین دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی، گروه ۲: تمرین سنتی کشتی، \*تفاوت معنی‌دار درون‌گروهی ( $P \leq 0.05$ )، مقادیر به صورت میانگین±انحراف معیار نمایش داده شده است.

HGPRT پلاسمایی ایجاد نشده است ( $P=0.08$ ) برای گروه تمرین دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی و  $P=0.37$  برای گروه تمرین سنتی کشتی). همچنین، تفاوتی بین تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی و تمرین‌های سنتی کشتی در مقادیر پلاسمایی هیپوگزانتین وجود نداشت ( $P=0.54$ ). اما در مقایسه‌ی درون‌گروهی مشخص شد که تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی و تمرین‌های سنتی کشتی باعث کاهش معنی‌دار مقادیر هیپوگزانتین در گروه تمرین دایره‌ای مبتنی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تفاوتی بین گروه‌ها در آزمون‌های عملکردی وجود ندارد، ولی در مقایسه‌ی درون-گروهی، میانگین توان بی‌هوازی و حداکثر اکسیژن مصرفی افزایش معنی‌داری را در هر دو گروه نشان داد (جدول ۱). نتایج نشان دادند پس از چهار هفته تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی تفاوت معنی‌داری در مقادیر HGPRT پلاسمایی بین دو گروه وجود ندارد ( $P=0.44$ ). در مقایسه‌ی درون‌گروهی نیز مشخص شد تغییر معنی‌داری در مقادیر

بر فنون کشتی (P=۰/۰۲) و تمرین سنتی کشتی (P=۰/۰۰۸) می‌شوند.

همچنین نتایج نشان دادند که تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی تفاوت معنی‌داری در مقادیر اسیداوریک پلاسما را بین دو گروه ایجاد نمی‌کند (P=۰/۰۱). در بررسی درون‌گروهی مشخص شد که تغییر معنی‌داری در مقادیر اسیداوریک پلاسما گروه‌ها ایجاد نشده است (گروه تمرین دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی P=۰/۳۸، گروه تمرین سنتی کشتی P=۰/۳۰).

## بحث

پژوهش حاضر، تفاوت چهار هفته‌ای برنامه‌ی تمرین دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی و تمرین‌های سنتی کشتی را در کشتی‌گیرانی که فعالیت داشته‌اند، بررسی کرد و این دو شیوه‌ی تمرینی را در شاخص‌های چرخه پورین نوکلئوتید مقایسه کرد.

نتایج پژوهش نشان داد که تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی و تمرین‌های سنتی باعث کاهش معنی‌دار مقادیر هیپوگزانتین زمان استراحت پلاسما می‌شود، ولی تفاوتی بین دو گروه مورد مطالعه مشاهده نشد. در مطالعات انجام شده مشخص شده است که مقادیر هیپوگزانتین رها شده از عضله بلافاصله پس از تمرین ورزشی افزایش و در زمان استراحت کاهش می‌یابد.<sup>۱۶</sup>

زیلینسکی و همکارانش، سازگاری ناشی از تمرین را در دوندگان سرعتی و سه‌گانه‌کاران در یک چرخه‌ی تمرینی سالانه بر متابولیسم پورین‌ها بررسی کردند. آن‌ها کاهش مقادیر هیپوگزانتین را در هر دو گروه در مرحله آمادگی عمومی و مسابقات مشاهده کردند و دلیل آن را کاهش خروج هیپوگزانتین از عضله و افزایش رامیناسیون آن به IMP یا کاهش تولید هیپوگزانتین ذکر کردند. معمولاً غلظت هیپوگزانتین طی دوره‌های تمرینی کاهش می‌یابد و به طور برجسته‌ای در طی تمرین‌هایی که کمتر بی‌هوازی هستند، افزایش می‌یابد.<sup>۱۸</sup>

نشان داده شده است که کاهش خروج پورین‌ها از عضله اسکلتی به دنبال تمرین‌های سرعتی ناشی از کاهش شدید تولید IMP است و این امر نیز در نتیجه کاهش تجزیه ATP ناشی از تمرین در عضله است.<sup>۱۲</sup>

هلستن - وستینگ<sup>i</sup> و همکارانش، در پژوهشی پس از شش هفته تمرین‌های سرعتی نشان دادند که مقادیر فسفوفروکتوکیناز<sup>ii</sup> (PFK) یکی از مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌های گلیکولیز، پس از تمرین افزایش می‌یابد که ممکن است دلیل شرکت بیشتر منابع انرژی گلیکولیتیک در تامین انرژی و نیاز کمتر به تجزیه‌ی آدنین نوکلئوتید<sup>iii</sup> (Adn) باشد. به علاوه، کاهش فعالیت AMP دامیناز<sup>iv</sup> (AMPd) می‌تواند دامیناسیون AMP را به IMP کاهش دهد. همچنین HGPRT، فسفریلاسیون مجدد هیپوگزانتین به IMP را تسریع می‌کند. افزایش فعالیت این آنزیم ممکن است خروج هیپوگزانتین از عضله را کاهش دهد.<sup>۲</sup>

بنابراین با توجه به عدم وجود گروه شاهد، ممکن است برخی متغیرها بر مقادیر HX اثرگذار باشند که سعی شده است این عوامل کنترل شوند. البته بررسی اثر تمرین، هدف اصلی این پژوهش نبوده است. در این پژوهش، آزمودنی‌ها در هر دو گروه، علاوه بر تمرین‌های اختصاصی، برنامه‌ی تمرین‌های هوازی نیز داشتند که در نتیجه، افزایش معنی‌دار حداکثر میزان اکسیژن مصرفی و میانگین توان بی‌هوازی در گروه‌ها مشاهده شد. ممکن است دلیل کاهش هیپوگزانتین زمان استراحت، سازگاری عضلانی در استفاده از سایر منابع انرژی از قبیل مسیر گلیکولیتیک و فسفریلاسیون هوازی باشد. به عبارت دیگر، سازوکار این کاهش، می‌تواند بهبود در فسفریلاسیون مجدد ATP از طریق بی‌هوازی یا هوازی ناشی از تمرین‌های ورزشی باشد.<sup>۶</sup> گرین<sup>v</sup> و همکارانش نشان دادند که تمرین‌های استقامتی از افزایش IMP عضلانی جلوگیری می‌کند. این موضوع ممکن است ناشی از افزایش ظرفیت هوازی عضلات باشد.<sup>۱۹</sup> استاتیس و همکارانش پس از یک هفته برنامه تمرین سرعتی شدید، تغییری در مقادیر هیپوگزانتین مشاهده نکردند که دلیل آن عدم بهبود فرآیند سازگاری بود. تغییری در اجرا پس از تمرین‌های ورزشی ایجاد نشد. همچنین در میزان توان و شاخص خستگی نیز تغییری مشاهده نشد.<sup>۶</sup> اسپنسر<sup>vi</sup> و همکارانش نشان دادند که غلظت هیپوگزانتین در بازیکنان هاکی در سطح ملی طی تمرین‌های هفت هفته‌ای کاهش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد.<sup>۱۷</sup> زیلینسکی و همکارانش تاثیر تمرین‌های

i - Hellsten-Westing  
ii - Phosphofructokinase  
iii - Adeninnoclutide  
iv - AMP deaminase  
v - Green  
vi - Spencer

به علاوه، نتایج این پژوهش نشان داد که پس از چهار هفته تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی و تمرین‌های سنتی کشتی، مقادیر اسیداوریک پلازما تغییر معنی‌داری ندارد، البته مقادیر زمان استراحت اسیداوریک بر اثر برنامه‌ی تمرینی تمایل به کاهش داشت، ولی معنی‌دار نبود. همچنین در مقایسه‌ی بین دو گروه نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. لومباردی<sup>۱</sup> و همکارانش، تغییر معنی‌داری در مقادیر اسیداوریک را در طی مراحل مختلف تمرینی اسکی-بازان آلپاین در طول چهار سال مشاهده نکردند و نتیجه گرفتند که اسیداوریک شاخص مفیدی برای تعیین نیازهای بالای بدنی یا بیش‌تمرینی نیست، هر چند نقش آن به عنوان آنتی‌اکسیدان قوی بسیار مهم است.<sup>۲۳</sup> اسیداوریک در خون ممکن است به وسیله‌ی عضلاتی که فعالیت داشته‌اند برای جایگزینی ذخایر اورات برداشت گردد و به عنوان خنثی‌کننده رادیکال‌های آزاد استفاده شود.<sup>۲۴،۲۵</sup> زیلینسکی و همکارانش، تغییرات متابولیسم پورین‌ها را در چرخه‌ی سالانه تمرین در دوندگان نخبه، آماتور و تفریحی بررسی کردند و تغییر معنی‌داری در مقادیر اسیداوریک مشاهده نکردند.<sup>۱۴</sup> همچنین زیلینسکی و همکارانش در تحقیق دیگری تغییر معنی‌داری در مقادیر اسیداوریک پلازما را پس از تمرین‌های استقامتی دوندگان مشاهده نکردند و دلیل آن را خروج کمتر هیپوگزانتین از عضله بیان کردند که ممکن است دلیل عدم تغییر اسیداوریک، جزء نهایی کاتابولیسم پورین‌ها،<sup>۲۶</sup> در پژوهش حاضر نیز کاهش هیپوگزانتین پلازما در نتیجه‌ی خروج کمتر هیپوگزانتین از عضله باشد.<sup>۲۰</sup>

عدم وجود گروه شاهد به دلیل نخبه بودن ورزشکاران، عدم کنترل دقیق تغذیه و عوامل انگیزشی و روانی آزمودنی‌ها از محدودیت‌های این پژوهش بود.

در مجموع نشان داده شد که این دو شیوه‌ی تمرینی، شاخص‌های چرخه پورین نوکلئوتید را به یک میزان تحت تاثیر قرار می‌دهند و تفاوتی بین این دو گروه وجود ندارد. با توجه به نتایج این پژوهش و پژوهش‌های گذشته و تغییرات عملکردی، افزایش معنی‌دار حداکثر میزان اکسیژن مصرفی و میانگین توان بی‌هوایی در گروه‌ها مشخص شد که تمرین‌های سرعتی و تمرین‌هایی که از سیستم انرژی بی‌هوایی استفاده می‌کنند، به طور موثری متابولیسم پورین‌ها را تغییر داده و تولید متابولیت‌های ناشی از آن را تحت تاثیر قرار

استقامتی را در دوندگان استقامت روی متابولیسم پورین‌ها در چرخه‌ی تمرین یک ساله بررسی کردند. نتایج نشان دادند که مقادیر هیپوگزانتین پلازما کاهش و فعالیت HGPRT اریتروسیستی افزایش می‌یابد. با این تغییرات می‌توان پیشنهاد کرد که فسفریلاسیون مجدد هیپوگزانتین به IMP درون عضلانی افزایش یافته است. هر چند آن‌ها HGPRT عضلانی را اندازه‌گیری نکردند.<sup>۲۰</sup>

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در مقایسه‌ی بین تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی و تمرین‌های سنتی کشتی پس از چهار هفته در مقادیر HGPRT پلازما تفاوتی وجود ندارد. زیلینسکی و همکارانش، تغییرات متابولیسم پورین‌ها را در دوندگان نخبه، آماتور و تفریحی در طی یک چرخه سالانه تمرینی بررسی کردند و بیشترین میزان فعالیت HGPRT اریتروسیستی را در دوندگان نخبه در تمام بخش‌های چرخه تمرینی مشاهده کردند. آن‌ها فعالیت HGPRT و غلظت هیپوگزانتین عضلانی را اندازه‌گیری نکردند. هر چند تغییرات مستقیم در این شاخص‌ها، در مقایسه با تغییرات متابولیکی درون عضلانی که توسط استاتیس و هلستن - وستینگ و همکارانشان مشاهده شده بود، مشابه است. بنابراین این احتمال وجود دارد که فعالیت HGPRT اریتروسیستی و هیپوگزانتین پلازما با تغییرات ناشی از تمرین مرتبط باشد.<sup>۱۴</sup>

در پژوهش حاضر، تغییری در میزان HGPRT پلازما مشاهده نشد، اما برنامه‌ی تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی و کشتی سنتی باعث کاهش معنی‌دار میزان هیپوگزانتین زمان استراحت شد. در این پژوهش، HGPRT عضلانی و اریتروسیستی اندازه‌گیری نشد و فقط میزان پلاسمایی آن مورد بررسی قرار گرفت. ولی از آنجایی که میزان هیپوگزانتین پلاسمایی زمان استراحت کاهش معنی‌داری داشت، این موضوع به ذهن متبادر می‌گردد که احتمالاً فعالیت HGPRT اریتروسیستی و عضلانی بر اثر برنامه‌ی تمرین‌های ورزشی افزایش داشته است و تبدیل هیپوگزانتین به IMP افزایش یافته است.<sup>۲۱،۲۲</sup> افزایش فعالیت HGPRT عضلانی پس از تمرین،<sup>۲</sup> می‌تواند دلیل کاهش هیپوگزانتین پلاسمایی باشد. با وجود این، تفاوتی در مقادیر هیپوگزانتین و HGPRT پلازما در مقایسه‌ی بین دو گروه مشاهده نشد و تمرین‌های دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی و تمرین‌های سنتی کشتی به یک میزان بر وضعیت متابولیکی پورین‌ها در عضله تاثیر داشتند.

پلازما و همسویی سایر تغییرات متابولیسمی در این پژوهش با پژوهش‌های دیگر همچون هیپوگزانتین، این احتمال را ایجاد می‌کند که چنانچه مقادیر اریتروسیستی و عضلانی این شاخص اندازه‌گیری شود، افزایش فعالیت آن نیز مشاهده می‌شود.<sup>۲۱</sup>

می‌دهند. با توجه به ماهیت رشته‌های ورزشی رقابتی همچون کشتی و استفاده غالب از سیستم انرژی بی‌هوازی و پروتکل پیشرونده تمرین‌ها در این پژوهش، از آنجایی که میزان هیپوگزانتین پلازما کاهش معنی‌داری داشت، این نوع تمرین‌ها نیز متابولیسم پورین‌ها را تحت تاثیر قرار داده و در درازمدت باعث سازگاری می‌شوند. عدم تغییر HGPRT

## References

- Dudzinska W, Lubkowska A, Dolegowska B, Safranow K, Jakubowska K. Adenine, guanine and pyridine nucleotides in blood during physical exercise and restitution in healthy subjects. *Eur J Appl Physiol* 2010; 110: 1155-62.
- Hellsten-Westing, Y, Norman B, Balsom PD, Sjodin B. Decreased resting levels of adenine nucleotides in human skeletal muscle after high-intensity training. *J Appl Physiol* (1985) 1993; 74: 2523-8.
- Lowenstein JM. The purine nucleotide cycle revised [corrected]. *Int J Sports Med* 1990; 11: 37-46.
- Hellsten-Westing Y, Sollevi A, Sjodin B. Plasma accumulation of hypoxanthine, uric acid and creatine kinase following exhausting runs of differing durations in man. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1991; 62: 380-4.
- White A, Estrada M, Walker K, Wisnia P, Filgueira G, Valdes F, et al. Role of exercise and ascorbate on plasma antioxidant capacity in thoroughbred race horses. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 2001; 128: 99-104.
- Stathis CG, Carey MF, Hayes A, Garnham AP, Snow RJ. Sprint training reduces urinary purine loss following intense exercise in humans. *App Physiol Nutr Metab* 2006; 31: 702-8.
- Skotnicka E, Baranowska-Bosiacka I, Dudzińska W, Suska M, Nowak R, Krupecki K, et al. The effect of exhaustive exercise on the concentration of purine nucleotides and their metabolites in erythrocytes. *Biology of Sport* 2008; 25: 35-55.
- Brault JJ, Terjung RI. Purine salvage to adenine nucleotides in different skeletal muscle fiber types. *J Appl Physiol* 2001; 91: 231-8.
- Rychlewski T, Banaszak F, Szczdmniak G, Jastrzdzski A. Activity of hypoxanthine-guanine-phosphoribosyl transferase (HGPRT) in healthy individuals and in the cases of metabolic civilization-related diseases. In: *International congress on applied research in sport "The Way to Win"*, The Finnish Society for Research in Sport and Physical Education, Helsinki 1994; p: 33.
- Sahlin K, Tonkonogi M, Söderlund K. Plasma hypoxanthine and ammonia in humans during prolonged exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1999; 80: 417-22.
- Rychlewski T, Banaszak F, Szczdmniak G, Konys L, Jastrzdzski A. Plasma hypoxanthine as an indicator of exercise intensity [in German, English summary]. *Sportonomics* 1997; 1: 47-52.
- Stathis CG, Febbraio MA, Carey MF, Snow RJ. Influence of sprint training on human skeletal muscle purine nucleotide metabolism. *J Appl Physiol*. 1994; 76: 1802-9.
- Hellsten-Westing Y, Kaijser L, Ekblom B, Sjodin B. Exchange of purines in human liver and skeletal muscle with short-term exhaustive exercise. *Am J Physiol* 1994; 266: 81-6.
- Zielinski J, Kusy K, Saomiczka E. Alterations in purine metabolism in middle-aged elite, amateur, and recreational runners across a 1-year training cycle. *Eur J Appl Physiol* 2013; 113: 763-73.
- Sahlin K, Ekberg K, Cizinsky S. Changes in plasma hypoxanthine and free radical markers during exercise in man. *Acta Physiol Scand* 1991; 142: 275-81.
- Hellsten Y, Richter EA, Kiens B, Bangsbo J. AMP deamination and purine exchange in human skeletal muscle during and after intense exercise. *J Physiol* 1999; 520: 909-20.
- Spencer M, Bishop D, Lawrence S. Longitudinal assessment of the effects of field-hockey training on repeated sprint ability. *J Sci Med Sport* 2004; 7: 323-34.
- Zielinski J, Kusy K. Training-induced adaptation in purine metabolism in high-level sprinters vs triathletes. *J Appl Physiol* (1985) 2012; 112: 542-51.
- Green HJ, Jones S, Ball-Burnett M, Farrance B, Ranney D. Adaptations in muscle metabolism to prolonged voluntary exercise and training. *J Appl Physiol* (1985) 1995; 78: 138-45.
- Zielinski J, Rychlewski T, Kusy K, Domaszewska K, Laurentowska M. The effect of endurance training on changes in purine metabolism: a longitudinal study of competitive long-distance runners. *Eur J Appl Physiol* 2009; 106: 867-76.
- Zielinski J, Kusy K, Rychlewski T. Effect of training load structure on purine metabolism in middle-distance runners. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43: 1798-807.
- Zielinski J, Kusy K. Pathways of purine metabolism: effects of exercise and training in competitive athletes. *Trends in Sport Sciences* 2015; 3: 103-12.
- Lombardi G, Colombini A, Ricci C, Freschi M, Lippi G, Banfi G. Serum uric acid in top-level alpine skiers over four consecutive competitive seasons. *Clin Chim Acta* 2010; 411: 645-8.
- Hellsten Y, Tullson PC, Richter EA, Bangsbo J. Oxidation of urate in human skeletal muscle during exercise. *Free Radic Biol Med* 1997; 22: 169-74.
- Hellsten Y, Svensson M, Sjodin B, Smith S, Christensen A, Richter EA, et al. Allantoin formation and urate and glutathione exchange in human muscle during submaximal exercise. *Free Radic Biol Med* 2001; 31: 1313-22.
- Maiuolo J, Oppedisano F, Gratteri S, Muscoli C, Mollace V. Regulation of uric acid metabolism and excretion. *Int J Cardiol* 2016; 213: 8-14.

Original Article

## Comparison of Circuit Training Based on Wrestling Techniques with Wrestling Traditional Training Regarding the Effectiveness on Purine Metabolism

Ghanbari-Niaki A<sup>1</sup>, Hesar koushki M<sup>1</sup>, Hamedinia MR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education, Mazandaran University, Babolsar, &

<sup>2</sup>Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education, Hakim Sabsevari University, I.R. Iran

e-mail: m.kooshki@stu.umz.ac.ir

Received: 06/08/2016 Accepted: 31/10/2016

### Abstract

**Introduction:** Purine metabolism involves synthesis and degradation of purine nucleotides. Studies show that intensity of exercise affects the organ systems and their energy sources and also can impact on precursor sources for adenosine triphosphate (ATP) biosynthesis. The purpose of this study was to compare two different types of wrestling exercises regarding metabolic efficiency and effectiveness of the purine nucleotide cycle indicator. **Materials and Methods:** Twenty one subjects were divided according to weight, into two groups of circuit training, based on wrestling techniques (n=10) and wrestling traditional training (n=11). After performing functional tests, blood sampling was done before and after of training. The subjects performed circuit method and traditional wrestling exercise four weeks, using six wrestling techniques. **Results:** Results showed that circuit training based on these wrestling techniques after four weeks showed no significant differences between the two groups in levels of Hypoxanthine-guanine phosphoribosyl transferase (HGPRT) (P=0.44), Hypoxanthine (HX) (P=0.54) and plasma uric acid (UA) (P=0.51). Intra-group comparison however revealed that the circular wrestling training and traditional wrestling exercises caused significantly reduced Hypoxanthine values in circuit training (P=0.03) and traditional training (P=0.008), and also showed significant increases in aerobic and mean anaerobic power. **Conclusion:** Comparison of these two methods of exercise training showed that these methods did not differ and had similar effect on indicators of purine nucleotide cycle. Furthermore the results of this study confirm those of previous studies that sprint training and exercises that use anaerobic energy systems, effectively change purine metabolism and subsequently affected metabolite production.

**Keywords:** Circular wrestling training, Hypoxanthine, HGPRT