

تأثیر الگوی حرکتی و شدت فعالیت بدنی بر میزان و نوع پروتئین اوری ورزشی در مردان جوان فعال

روح‌الله بابایی^۱(MA)، محمدعلی آذربایجانی^{۲*}(PhD)، حسن متین‌همایی^۳(PhD)، حسین فتح‌اللهی^۴(MA)،
رضا نیک‌بخش^۵(PhD)، پروین فرزانی^۶(PhD)

تاریخ وصول: ۹۰/۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۲۳

چکیده

زمینه و هدف: پروتئین اوری ورزشی پدیده‌ای خوش‌خیم و زودگذر در میان ورزشکاران است، که بیش از مدت به شدت و نوع فعالیت وابسته می‌باشد. مطالعات فراوانی در رابطه با پروتئین اوری ورزشی شده، اما در رابطه با بررسی همزمان اثر الگوی حرکتی و شدت‌های زیر بیشینه فعالیت بدنی بر میزان دفع ادراری پروتئین، مطالعات محدودی وجود دارد. لذا بر آن شدیم تا تأثیر الگوی حرکتی و شدت فعالیت بدنی را بر میزان و نوع پروتئینوری بررسی نماییم.

روش بررسی: در یک کارآزمایی نیمه تجربی ۱۰ مرد جوان فعال، پروتکل‌های تمرینی شامل ۳ الگوی حرکتی متفاوت (گام زن، چرخ کارسنج ثابت، نوارگردان) را در دو شدت زیر بیشینه (۷۰ و ۸۵ درصد MHR) در روزهای جداگانه انجام دادند. میزان دفع آلبومین (Alb)، پروتئین تام، کراتینین و بتا دو میکروگلوبولین (β_2m) قبل و بعد از فعالیت جمع‌آوری شد. اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار spss و آزمون‌های آماری تک متغیره واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر، آزمون تعقیبی بونفرونی و آزمون تی تست زوجی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: تفاوت معنی‌داری در میزان دفع پروتئین در ادرار، به دنبال فعالیت با سه الگوی حرکتی در دو شدت متفاوت دیده نشد. ($P \leq 0.05$) تنها کراتینین بعد از فعالیت با گام زن با شدت ۸۵٪ ضریب قلب بیشینه افزایش معناداری نشان داد ($P \leq 0.05$) که احتمالاً می‌تواند ناشی از به کارگیری توده عضلانی بیشتر به طور همزمان باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد، الگوهای حرکتی متفاوت در شدت‌های زیر بیشینه تأثیر چندانی بر پروتئین اوری ورزشی نداشته و محرکی برای تأثیر عوامل اثرگذار بر پروتئین اوری ورزشی نمی‌باشند. لذا پیشنهاد می‌گردد جهت حفظ سلامت جسمانی افراد، به طور منظم و مرتب از تجهیزات کارسنجی استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین اوری ورزشی، الگوی حرکتی، شدت‌های زیر بیشینه، مردان جوان فعال.

مقدمه

دفع پروتئین‌های پلاسما در ادرار می‌شود (۸). به علاوه، دفع پروتئین‌های پلاسما، در وهله اول از افزایش نفوذ پذیری غشاء گلومرولی که به اشباع فرایند بازجذب مرتبط است ناشی می‌شود (۹). به هر حال، اثر شدت و مدت ورزش بر میزان و نوع پروتئین اوری بیشتر به خوبی ثابت شده است. تلاش‌های فیزیکی باعث پروتئین اوری در نوجوانان و جوانان و بزرگسالان سالم می‌شود (۶). این پدیده همچنین، در بازیکنان فوتبال، هندبال، بسکتبال (۱۰) و دوندگان نیز مشاهده شده است (۱۱). به علاوه این که، گزارشات گذشته، به طور عمده روی دوندگان، و با اندکی توجه نیز در رابطه با ورزش‌هایی مثل چرخ کارسنج سواری و ژیمناستیک متمرکز شده‌اند (۱). هم چنین مطالعاتی که به بررسی اثر فعالیت بدنی بر نوع و میزان پروتئین اوری ناشی از ورزش با استفاده از تجهیزات کارسنجی نظیر دو ثابت (نوارگردان) و یا چرخ کارسنج ثابت پرداخته‌اند، یا به طور مجزا

دفع پروتئین‌ها در ادرار بعد از فعالیت‌های ورزشی پدیده‌ای موقتی بوده و با یک نیمه عمر حدوداً یک ساعته به شرایط پایه باز می‌گردند (۱، ۳و۲). وسعت پروتئین اوری ناشی از ورزش بیش از شدت ورزش به مدت آن وابسته است (۴). ورزش شدید باعث تغییرات سریع کلیوی در کودکان و بزرگسالان سالم می‌شود (۵، ۶). در جوانان، انجام تمرینات ورزشی جریان پلاسمای کلیوی و مقادیر فیلتراسیون گلومرولی (۷) را کاهش داده و باعث

۱ و ۴. عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.
۲. عضو هیأت علمی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی (نویسنده مسؤل): تهران شهرک غرب ابتدای خیابان ایران زمین دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی گروه فیزیولوژی ورزشی ۰۹۱۳۳۱۷۲۹۰۸ E.mail: m_azarbayjani@iauctb.ac.ir
۵. عضو هیأت علمی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب.
۶. عضو هیأت علمی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری.

شرکت کنندگان و با یک دوره استراحت ۲۴ ساعته، اولین جلسه آزمون آغاز شد. مشخصات شرکت کنندگان در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: مشخصات عمومی شرکت کنندگان

ویژگی	میانگین \pm انحراف استاندارد
سن (سال)	۲۴ \pm ۳/۶۸
قد (سانتیمتر)	۱۷۹ \pm ۶/۱۱
وزن (کیلوگرم)	۷۳ \pm ۹/۵۸
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/متر ^۲)	۲۲/۵ \pm ۱/۶۵
کالری مصرفی (مت)	۱۳/۴ \pm ۱/۴۰
حداکثر ضربان قلب بیشینه	۱۹۰/۹۷ \pm ۲/۷۱
کل فعالیت انجام شده/ کیلومتر	۲۲/۰۰۸ \pm ۲/۲۸
حداکثر اکسیژن مصرفی میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه	۴۷ \pm ۴/۸۵
حداکثر اکسیژن مصرفی کیلوگرم/دقیقه	۳/۱۰ \pm ۰/۵۸

دستورالعمل یک جلسه فعالیت شرکت کنندگان در این مطالعه در شش روز جداگانه ۲۵ دقیقه روی الپتیکال، چرخ کار سنج و نوارگردان با شدت‌های ۷۰ و ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب فعالیت نمودند. حداکثر ضربان قلب هریک از شرکت کنندگان با استفاده از معادله (سن ۰/۷) - ۲۰۸ محاسبه شد (۱۵). جهت جلوگیری از اثر فعالیت قبلی بر متغیرهای ادراری، بین هر جلسه فعالیت ۴۸ ساعت استراحت تعیین شد. از شرکت کنندگان خواسته شد تا در این زمان از انجام هرگونه فعالیت شدید پرهیز کنند. جلسات اول تا سوم به ترتیب شامل فعالیت روی الپتیکال (Techno Gym Wellness In Motion)، چرخ کارسنج (Techno Gym BikeRace) و نوارگردان (Techno Gym RunRace) در دامنه ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب؛ و جلسات چهارم تا ششم به همان ترتیب با شدت ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب و هر شش جلسه فعالیت بین ساعات ۱۴:۰۰ تا ۱۶:۰۰ اجرا شد. شرکت کنندگان یک ساعت قبل از شروع فعالیت به سالن سنجش آکادمی ملی المپیک آمدند. در همان زمان، مثانه خود را تخلیه نموده و بدور از هرگونه فعالیت فیزیکی در وضعیت نشسته به مدت ۲۰ الی ۳۰ دقیقه استراحت نمودند. پنج دقیقه قبل از شروع فعالیت نمونه ادرار استراحتی جمع آوری شد. پس از پایان هر جلسه فعالیت شرکت کنندگان حداقل ۲۰۰ میلی لیتر آب اضافی، جهت جبران مایعات از دست رفته و تأمین ادرار لازم نوشیده و ۳۰ دقیقه در حالت نشسته استراحت نموده و نمونه ادرار پس از ورزش جمع آوری شد. آلبومین، شاخص آسیب‌پذیری گلمورولی، β_2 میکروگلوبولین، شاخص آسیب‌پذیری توبولاری، کراتینین و پروتئین تام ادراری

به بررسی و مقایسه نوع فعالیت بدنی پرداخته‌اند (۴) اثر یک متغیر، برای مثال؛ شدت و یا مدت فعالیت، بر تغییرات عملکرد کلیوی و میزان پروتئین اوری ناشی از ورزش را مورد توجه قرار داده‌اند (۱۲). به عبارتی محدود مطالعاتی وجود دارند که مدت و شدت را به طور همزمان کنترل نموده‌اند. به طوری که در مطالعه‌ای ثابت شده که ورزش بر روی نوارگردان با ۵۷٪ حداکثر اکسیژن مصرفی ($Vo_2 \max$) در شرایط محیطی گرم به مدت یک ساعت باعث کاهش چشمگیر جریان خون کلیوی و GFR در افراد سالم سالمند می‌شود (۱۳). هم چنین در رابطه با اثر فعالیت‌های بدنی با شدت‌های زیر بیشینه هم در افراد سالم و هم در بیماران اطلاعات متناقضی وجود دارد (۱۴). به طوری که برخی از مطالعات افزایش دفع پروتئین‌ها هم در شدت‌های زیر بیشینه و هم در شدت‌های بیشینه را در هر دو گروه از افراد سالم و بیمار مشاهده کرده‌اند. لذا اثرات الگوهای متفاوت فعالیت بدنی بر نوع و میزان پروتئین اوری با شدت‌های مختلف و در مدت ثابت، مشخص نیست. اما از طرف دیگر اطلاعاتی اندک در خصوص شدت فعالیت زیر بیشینه و دفع ادراری پروتئین‌ها در الگوهای حرکتی متفاوت با کنترل شدت و مدت وجود دارد (۱۲). با توجه به رشد روز افزون استفاده از وسایل کارسنج در اماکن ورزشی، پزشکی و حتی در منازل انجام این مطالعه جهت مقایسه اثر هر یک از این وسایل ضرورت دارد تا دیدگاه روشنی را در اختیار مربیان، پزشکان و مردم استفاده‌کننده از این وسایل قرار دهد.

روش‌ها

ده مرد جوان فعال که هفته‌ای سه جلسه به صورت منظم فعالیت می‌کردند، بعد از آگاه شدن از اهداف مطالعه که به صورت شفاهی به آنها توضیح داده شد و با اخذ رضایت‌نامه کتبی از آنها، به صورت داوطلبانه در این پژوهش حضور یافتند. شرکت کنندگان در زمان مطالعه سابقه هیچ گونه بیماری مزمن کلیوی، کبدی و قلبی و عمل جراحی نداشتند. هم چنین تحت درمان دارویی نبوده سلامت عمومی شرکت کنندگان توسط پزشک و سلامت سیستم کلیوی آنها با انجام آزمایش نمونه‌های ادراری پیش از شروع آزمون تأیید شد و مشخص شد که می‌توانند در فعالیت‌های پژوهش شرکت کنند. به شرکت کنندگان آموزش داده شد تا حداقل ۲۴ ساعت قبل از حضور در جلسات آزمون از انجام هرگونه فعالیت شدید بدنی خودداری کنند. قبل از شروع پروتکل تمرینی، بعد از یک دوره استراحت نسبی و خودداری از انجام فعالیت‌های بدنی شدید، شرکت کنندگان در سالن سنجش مجموعه آکادمی ملی المپیک ایران حضور یافتند و با استفاده از آزمون Bruce و در حضور پزشک توان هوازی آنها ارزیابی شد. بعد ارزیابی توان هوازی

معنی‌داری بین موارد اندازه‌گیری شده در مرحله قبل از تمرین، وجود ندارد ($P \leq 0/05$).

نمونه‌های ورزشی، حاکی از بروز تغییرات و افزایش برخی از نمونه‌ها بعد از تکمیل الگوهای حرکتی مختلف می‌باشد (جدول ۳). اما با این وجود، نتایج نشان دادند که فعالیت با سه الگوی حرکتی متفاوت، در دو شدت زیر بیشینه ۷۰٪ و ۸۵٪ ضربان قلب بیشینه تأثیر معنادار بر آلبومین ($F=0/647$, $P=0/671$)، پروتئین تام ($F=1/59$, $P=0/182$)، کراتینین ($F=2/41$, $P=0/051$)، بتادومیکروگلوبولین ($F=0/585$, $P=0/757$) و نسبت پروتئین تام به کراتینین ($F=1/39$, $P=0/246$) ندارد و افزایش معنی‌داری مشاهده نگردید. اختلاف بین سطوح استراحتی نمونه‌های ادراری و نمونه‌های ورزشی عدم تفاوت معنادار را بجز نمونه ادراری کراتینین نشان دادند (جدول ۴). به همین منظور، برای مشخص شدن رده اختلاف از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. با توجه به نتایج اصلاحیه، میزان اختلاف کراتینین در مرحله قبل و بعد از تمرین فقط در مرحله سوم و چهارم اختلاف معنی‌داری دارد ($P \leq 0/05$). مرحله سوم یعنی دستگاه ترمیل با شدت ۷۰٪ و مرحله چهارم یعنی الپتیکال با شدت ۸۵٪ است. با توجه به میانگین های این دو دسی لیتر و با دستگاه ترمیل با شدت ۷۰٪ (۱/۳۲) برابر (۳۴ میلی‌گرم در دسی لیتر است) ($P \leq 0/05$).

بحث و نتیجه گیری

هدف این پژوهش، بررسی اثر الگوهای حرکتی و شدت‌های زیر بیشینه فعالیت بدنی بر میزان و نوع پروتئین اوری در مردان جوان فعال بود. نتایج این مطالعه نشان داد، شدت و الگوی فعالیت هوازی زیر بیشینه تأثیر معنی‌داری بر پروتئین اوری ندارد. پروتئین اوری پدیده‌ای شایع در میان ورزشکاران است، به طوری که مکانیزم‌های پایه‌ای برای توجیه پروتئین اوری ورزشی، افزایش نفوذپذیری گلوامرولی، اشباع ظرفیت بازجذب بیشینه توبولاری و یا ترکیبی از این دو ذکر شده است (۱۷، ۱۶). نقش عواملی مانند پروستوگلااندین‌ها، سیستم رنین آنژیوتانسین، تحریک سمپاتیکی و کاهش بار (شارژ) منفی از غشا گلوامرولی و ...، در توجیه تغییر نفوذ پذیری غشاء گلوامرولی متعاقب کاهش جریان خون کلیوی و افزایش کسر فیلتراسیون هنگام ورزش ثابت شده‌اند، که هم در مطالعات انسانی و هم حیوانی گزارش شده‌اند (۱۹، ۱۸). عوامل متعددی با اثر گذاری بر عوامل مذکور منجر به تغییر آنها شده (۱۶)، موجب بروز پروتئین اوری ورزشی می‌شوند. اما مهمترین عامل اثرگذار در بروز پروتئین اوری که اغلب مطالعات پیشین آنرا گزارش و برآن تأکید نموده‌اند، اثر بالقوه شدت فعالیت بدنی بر پروتئین اوری ورزشی است (۲۰، ۴). شدت فعالیت بدنی با فعال سازی مکانیسم‌های مختلف و تغییر

مورد سنجش قرار گرفت. نمونه‌ها بلافاصله پس از جمع‌آوری در دمای ۴° سانتی‌گراد تا رسیدن به آزمایشگاه نگهداری شدند و بعد از تقریباً ۳۰ الی ۴۵ دقیقه به آزمایشگاه تحویل داده شدند. غلظت آلبومین (میکروآلبومین اوری) ادراری با روش ایمونوتوربیدومتريک (Immunoturbidometry) و با دستگاه اتوانالایزر (CombasMiras, Germany) و با دقت ۳mg/L کراتین با روش اسپکتوفوتومتري (spectrophotometry) براساس مدل ژافه (JAFPE) و با دستگاه اتوانالایزر (Hitachi 912, Roche Co, Germany) و با دقت ۰/۱mg/dl پروتئین تام ادراری با روش الایزا کوماسی-بلو (Elisa Comasi-blue) یا برادفورد (Bradford) و با دستگاه الایزا ریدر استات (Elisa Reader Stat Fax) و با دقت ۲۱۰۰ Awerness Co USA و با دقت ۱mg/dl میکروگلوبولین (β_2m) با روش کمیلومینسنس (Chemiluminescence) و با دستگاه لیایزون (Liaison Italy) تحت لیسانس شرکت دیاسورین آمریکا (Diasorin USA) و با دقت ۰/۰۵mg/dl، اندازه‌گیری و سنجش شدند. ابتدا آزمون کلوموگروف-اسمیرنف (K-S) برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌های بدست آمده مورد استفاده قرار گرفت. پس از برقراری مفروضه‌های استفاده از آمار پارامتریک، به منظور درک تفاوت برای هر متغیر، بین پس‌آزمون‌های جلسات فعالیت به منظور آزمون اثر شدت فعالیت و الگوی حرکتی، مقادیر پیش‌آزمون، پس‌آزمون، و اختلاف این دو مقدار، متغیرهای ادراری محاسبه شدند.

سپس با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. کرویت داده‌ها توسط آزمون همزمان با اجرای تحلیل واریانس تأیید شد. در صورت مشاهده تفاوت معنی‌دار، برای درک محل تفاوت‌های معنادار، مدل t همبسته با اصلاحیه p بونفرونی (Bonferoni) مورد استفاده قرار گرفت. به همراه ارایه سطوح معنی‌داری تحلیل واریانس، توان آزمون، و اندازه اثر نیز بررسی شد. تمامی داده‌ها با میانگین انحراف استاندارد (\pm) گزارش شده‌اند. آنالیز آماری نمونه‌های ادراری با استفاده از نرم افزار Spss نسخه ۱۶ انجام شد. سطح معناداری برای تعیین اختلافات نمونه‌گیری‌ها $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

میانگین سطوح استراحتی مراحل شش گانه در جدول ۲ ارایه شده‌است. مقایسه سطوح استراحتی نشان داد که هیچ تفاوت

جدول ۲: میانگین نمونه های اداری قبل از آزمونهای شش گانه

نمونه های پیش آزمونها (دوره استراحت)	آلبومین mg/L	پروتئین تام mg/dl	کراتینین mg/dl	بتا ۲ میکروگلوبولین mg/L
پیش آزمون الپتیکال با ۷۰٪ ضربان قلب بیشینه	۰/۸۱	۲/۷۵	۹۵	۰/۰۵۴
پیش آزمون چرخ کارسنج با ۷۰٪ ضربان قلب بیشینه	۰/۹۵	۲/۵۲	۸۵/۵	۰/۰۶۳
پیش آزمون تردمیل با ۷۰٪ ضربان قلب بیشینه	۰/۸۸	۳/۳۶	۱۰۷/۵	۰/۰۶۲
پیش آزمون الپتیکال با ۸۵٪ ضربان قلب بیشینه	۰/۸۲	۲/۸۹	۸۹	۰/۰۷۱
پیش آزمون چرخ کارسنج با ۸۵٪ ضربان قلب بیشینه	۰/۹۰	۲/۸۹	۱۱۶	۰/۰۶۷
پیش آزمون تردمیل با ۸۵٪ ضربان قلب بیشینه	۰/۹۱	۳/۰۸	۱۱۴	۰/۰۹۹

غیر کلونوئیدی تبدیل می کند که نهایتاً پدیده ششستشوی گلومرولی حادث می شود (۲۵). پیشنهاد شده افزایش غلظت یون هیدروژن در ایجاد این شرایط نقش داشته و شرایط کلونوئیدی پروتئین های فیلتر شده را تغییر داده و با آسیب به باز جذب توپولاری و فیلتراسیون گلومرولی باعث دفع حتی پروتئین های تام در ادرار شوند (۲۶) به طوریکه مطالعات متعدد (۱۲،۴) ثابت کرده اند با افزایش شدت ورزش و تجاوز لاکتات خون از ۵ میلی مول / لیتر هم نفوذپذیری گلومرول ها و هم توانایی باز جذب توپولاری آسیب دیده و در نتیجه آلبومین و پروتئین ها در ادرار مشاهده می شوند. در مقابل گزارش شده، در صورت عدم تجاوز لاکتات از دامنه فوق میزان دفع پروتئین ها در دامنه طبیعی خود باقی خواهند ماند (۱۲،۴). در مقابل یافته های مطالعات پیشین، در این پژوهش افزایش معناداری در پروتئین اوری ورزشی مشاهده نگردید. در حالی که بیشتر مطالعات، پروتئین اوری ورزشی را در فعالیت هایی با شدت ها بیشینه بررسی نموده اند، به نظر می رسد دلیل عدم مشاهده معنادار پروتئین اوری ورزشی در مطالعه حاضر را بتوان براساس شدت فعالیت های بکار برده نسبت داد. در این پژوهش، دو شدت ۷۰ و ۸۵ درصد MHR مورد استفاده قرار گرفته است. از آنجایی که این دو شدت متناظر با ۵۰ و ۷۰ درصد توان هوازی است، به نظر می رسد شدت های مورد استفاده را بتوان زیر بیشینه در نظر گرفت، که احتمالاً منجر به افزایش لاکتات از سطح آستانه به علت ویژگی کنترل شدت در سطوح زیر بیشینه نمی شوند. مطالعات، پیشتر اهمیت شدت مطلق کار، به جای شدت نسبی را در پروتئین اوری ورزشی ثابت کرده اند (۶). اما هم چنین، گزارش شده افزایش نفوذ پذیری گلومرول ها به ماکرومولکول ها و دفع آنها در ورزش شدید و وامانده ساز می تواند ناشی از پاسخ به فعالیت سیستم رنین آنژیوتانسین، کاتکولامین ها و نهایتاً کاهش ویژگی های همودینامیک کلیوی باشد. آنژیو تانسین II بعد از آزاد سازی رنین باعث افزایش فشار انتقالی گلومرول ها می شود و از طریق کسر فیلتراسیون باعث تنگی شدید عروق آوران و وبران می شود (۲۷،۱۷). از طرف دیگر، برخی از پژوهشگران (۲۸) درگیری سیستم رنین-آنژیوتانسین را در پروتئین اوری ورزشی، در ورزش

در همودینامیک کلیوی، کاهش شارژ منفی سدهای گلومرولی، منجر به تغییر بخش های عملکردی کلیه ها -افزایش نفوذپذیری گلومرولها، اشباع فرایند باز جذب توپولاری می شوند. تغییرات ناشی از شدت فعالیت بدنی، میزان و نوع پروتئین های دفع شده در جریان فعالیت بدنی را مشخص می کنند که می توان در پی آن منشأ دفع پروتئین را نیز تعیین نمود (۲۴،۴). برای مثال اغلب بعد از فعالیت های ورزشی و وامانده ساز بیشتر پروتئین های دفع شده از نوع ماکرومولکول ها هستند، که بیشتر بعلت افزایش نفوذپذیری گلومرول ها است (۲۲،۲۱)، اما ثابت شده غالباً پروتئین اوری ورزشی از نوع ترکیبی بوده و افزایش دفع ماکرو و میکرومولکول ها با هم است (۱۶). ثابت شده بیشترین مقدار دفع پروتئین در ادرار بعد از ورزش شدید کوتاه مدت دیده می شود (۶). در این شرایط فرایندهای باز جذب توپولاری پروتئین های فیلتره شده نیز به حداکثر و حالت اشباع خود می رسند، در این حالت است که آلبومین و بیشتر پروتئین های پلاسما بعد از فعالیت شدید ورزشی در ادرار دیده می شوند، به طوری که ۸۲ درصد پروتئین های تام در ادرار پس از ورزش شدید دیده شد (۸). هر چند که دفع پروتئین هایی با وزن مولکولی کم مثل بتا دو میکروگلوبولین نیز به آسانی از گلومرولها فیلتره می شوند و در ادرار ظاهر می شوند (۸). تغییرات اسیدیته خون ناشی از فعالیت بدنی یکی از عوامل اثر گذار در بروز پروتئین اوری ورزشی می باشد (۲۳،۱). در تأیید این نکته، رابطه بین افزایش پروتئین اوری پس از ورزش های شدید با غلظت لاکتات در پایان فعالیت گزارش شده است، که این دلالت بر اهمیت اجزا یا مواد حاصل از متابولیسم بی هوازی و سرعت دوییدن بر عملکرد کلیه ها دارد (۲۴). در توجیه مولکولی نحوه اثر گذاری اسیدیته خون ناشی از فشارهای فیزیولوژیکی ورزش شدید، گزارش شده که باعث تغییر در ترکیب مولکول های آلبومین و نهایتاً تغییر دیواره مویرگی گلومرولی و فیلتراسیون و بروز پروتئین اوری ورزشی می شوند (۲۲). دیده شده در طی فرایند توزیع مجدد خون برای عروق کلیوی در دوره ریکاوری پس از فعالیت ورزشی، آلبومین به دیواره مویرگی گلومرولها فشار وارد نموده، این فشار نقطه ایزوالکتریکی آلبومین را تغییر داده و آن را به یک مولکول

غشاء گلوبولی را باعث می‌شوند (۲۴). بنابراین بدیهی است که با افزایش مدت فعالیت، شدت فعالیت کاهش می‌یابد که این کاهش باعث تعدیل عوامل اثر گذار بر پروتئین اوری شده و آنرا بهبود می‌بخشد. اما در عین حال گزارش شده است، دویدن‌های طولانی (۳۱) به علت تولید بارهای زیاد برون‌گرا، ناشی از دویدن عملکرد کلیوی را دچار اختلال حاد می‌نمایند، در حالی که دو چرخه سواری به علت بار درون‌گرای بالا و بارهای بسیار ناچیز برون‌گرا نسبت به دو ماراتن ایمن تر تشخیص داده شده است، چرا که برای نفرون‌ها شرایط سمی ایجاد نمی‌کنند. هم‌چنین ثابت شده (۳۱) که بی‌آبی سیستمیک و آسیب‌های عضلانی ناشی از فعالیت‌های ورزشی بلند مدت (ماراتن و فوق‌ماراتن) باعث کاهش جریان خون و تغییرات وسیع در عملکرد کلیوی می‌شوند. این عامل مؤثر این مطلب است که استرس ناشی از فعالیت بیش از حد سمپاتیک، می‌تواند مسؤول کاهش عملکرد کلیوی بعد از فعالیت‌های بلند مدت باشد (۳۱). فعالیت فزاینده سیستم عصبی سمپاتیکی کلیه و همکاران هورمونی اش، کاتکولامینها (۳۲) با افزایش شدت ورزش، میزان دفع پروتئین‌ها را شرایط فشار ورزشی بلند مدت از طریق افزایش نفوذپذیری گلوبول‌ها، افزایش می‌دهند (۳۴، ۳۳، ۳۱). درحالی‌که ثابت گردید که با به حداقل رساندن پاسخ کاتکولامین‌ها و محدود ساختن عمل آن بر روی سلول‌های کلیوی، منجر به بهبود فیلتراسیون و نفوذ پذیری گلوبولی در شرایط ورزشی شده است (۳۲). لذا شاید بتوان این گونه عنوان نمود که احتمالاً فعالیت سیستم عصبی سمپاتیکی کلیه و کاتکولامین‌ها با توجه به مدت فعالیت در نظر گرفته شده، که در این پروتکل ۲۵ دقیقه در نظر گرفته شده بود، و نوع فعالیت‌ها که هوازی و زیر بیشینه تلقی شده اند، تغییر فزاینده نداشته اند و آزمودنی‌ها دچار بی‌آبی شدید نشده‌اند، شاید این امر نیز بتواند دلیل عدم افزایش معنادار دفع پروتئین‌ها در پروتکل تمرینی مطالعه حاضر را تأیید نماید. نتایج این مطالعه نشان‌داد نه شدت فعالیت زیر بیشینه و نه الگوی حرکتی تأثیر معنی‌دار بر بروز پروتئین اوری ندارد. لذا بر اساس یافته‌های این مطالعه نتیجه‌گیری می‌شود، بروز پروتئین اوری ورزشی مستقل از شدت فعالیت زیر بیشینه بوده و میزان دفع پروتئین در ادرار متأثر از عضلات درگیر در فعالیت نمی‌گردد. هم‌چنین نوع پروتئین اوری گلوبولی و توبولاری نیز تحت تأثیر شدت و الگوی حرکتی قرار نمی‌گیرد. لذا با توجه به گسترش روز افزون استفاده مرتب و منظم از تجهیزات کارسنجی نظیر گام زن، چرخ کارسنج و نوارگردان می‌توان بدون آسیب رسانی به کلیه، جهت حفظ سلامت جسمانی افراد از تجهیزات فوق استفاده کرد.

زیر بیشینه و شرایط پایدار مشاهده نکرده‌اند و آنرا وابسته به اثرات همودینامیکی ندانسته‌اند. بنابراین، احتمالاً یکی دیگر از دلایل عدم مشاهده پروتئین اوری ورزشی در مطالعه حاضر را، شاید بتوان مرتبط با عدم درگیری برجسته سیستم رنین آنژیوتانسین در فعالیت‌های زیر بیشینه دانست. به هر حال، مطالعه پیش رو به دلیل عدم سنجش سطوح لاکتات، تغییرات اسیدیته خون و سیستم رنین آنژیوتانسین محدود شد. گزارش شده است پروتئین اوری ورزشی علاوه بر شدت، به نوع فعالیت نیز وابسته است (۲۹). به طوری که فعالیت ورزشی تناوبی باعث تغییرات وسیعتر در اسیدیته و غلظت لاکتات خون نسبت به تمرینات تداومی می‌شوند که بعد از فعالیت‌های تناوبی شدید، میزان دفع پروتئین‌ها بویژه آلبومین و پروتئین تام بیشتر از فعالیت‌های مداوم افزایش یافته است. در حالی که بعد از تمرینات مداوم تغییر معناداری در میزان دفع این دو نسبت به سطوح استراحتی دیده نشد (۲۲). پورتمن (۱۹۹۰) در مقایسه دو فعالیت چرخ کارسنج و روئینگ با شدت وامانده ساز، همزمان با افزایش غلظت لاکتات خون افزایش دفع آلبومین و پروتئین تام در ادرار را در هر دو فعالیت مشاهده کرد (۱۲). اما با این وجود بین میزان دفع پروتئین اوری در دو الگو تفاوت معناداری مشاهده نشد که این یافته نیز نشان‌دهنده است که با وجود افزایش غلظت لاکتات و تجاوز از سطح آستانه در هر دو الگو، احتمالاً به کارگیری دو الگوی متفاوت تأثیر چندانی بر پروتئین اوری ورزشی ندارند. اما از آنجائی که کراتینین محصول تجزیه کراتین در اثر فعالیت‌های ورزشی است، احتمالاً افزایش معنادار دفع کراتینین ($P \leq 0.05$) در الگوی گام زن با شدت ۸۵٪ در مطالعه حاضر، می‌تواند ناشی از بکارگیری توده عضلانی بیشتر بعلت درگیری اندام تحتانی و فوقانی به طور همزمان در این الگو باشد. در مقابل (۲۱) گزارش شده در بین الگوهای حرکتی متفاوت، فعالیت‌های ورزشی که دارای تحمل وزن می‌باشند، نسبت به سایر الگوها تغییرات معنادار در پروتئین اوری ورزشی ایجاد می‌نمایند. به هر ترتیب، شاید یافته‌های مطالعه حاضر از طرف پورتمن (۱۹۹۰) به این دلیل مورد حمایت قرار گیرد که در شرایط یکسان، الگوی حرکتی متفاوت تأثیر معناداری بر پروتئین اوری ورزشی ندارد. مدت فعالیت‌های بدنی نیز عامل دیگر اثرگذار بر عملکرد کلیوی و پروتئین اوری ورزشی است (۳۰، ۲۷). ثابت شده است، با افزایش مدت فعالیت‌های بدنی، فیلتراسیون گلوبولی هم بهبود یافته و هم وخیم‌تر شده است (۲۴، ۴). این مطالعات گزارش کرده‌اند که در فعالیت‌های کوتاهتر، تغییرات ناشی از شدت، مدت فعالیت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به طوری که فعالیت‌هایی که در دامنه زمانی ۱ تا ۳ دقیقه با شدت بالا انجام می‌شوند افزایش چشمگیر نفوذپذیری

References:

۱. Beetham R, Cattell WR. Proteinuria: Pathophysiology, Significance and Recommendation for Measurement in Clinical Practice. *Ann Clin Biochem.* ۱۹۹۳; ۳۰(۵):۳۲۵-۳۴.
۲. Clerico A, Giammattei C, Cecchini L, Lucchetti A, Cruschelli L, Penno G, Gregori G, Giampietro O. Exercise-Induced Proteinuria in Well-Trained Athletes. *Clin Chem.* ۱۹۹۰;۳۶(۳):۵۶۲-۴.
۳. Cosenzi A, Carraro M, Sacerdote A, Franca G, Piemontesi A, Bocin E, Faccini L, and Bellini G. Involvement of Renin Angiotensin System in The Pathogenesis of Postexerciseproteinuria. *Scand J Urol Nephrol.* ۱۹۹۲;۲۷: ۳۰۱-۳۰۴.
۴. De Palo EF, Gatti R, Lancerin F, De Palo CB, Cappellin E, Soldà G, Spinella P. Effects of Acute, Heavy-Resistance Exercise on Urinary Peptide Hormone Excretion in Humans. *Clin Chem Lab Med.* ۲۰۰۳;۴۱(۱۰):۱۳۰۸-۱۳.
۵. Esnault VL, Potiron-Josse M, Testa A, Ginet JD, Carrer DL, and Guenel J. Captopril But not Acebutolol, Prazosin or Indomethacin Decreases Postexercise Proteinuria. *Nephron.* ۱۹۹۱;۵۸:۴۳۷-۴۴۲.
۶. Farquhar WB, Kenney WL. Age and Renal Prostaglandin Inhibition During Exercise and Heat Stress. *J Appl Physiol.* ۱۹۹۹; ۸۶:۱۹۳۶-۱۹۴۳.
۷. Freund Bj, Schizuru EM, Hashiro GM. Hormonal Electrolyte and Renal Responses to Exercise are Intensity Dependent. *J Appl Physiol.* ۱۹۹۱;۷۰:۹۰۰-۹۰۶.
۸. Gündüz F, Sentürk UK. The Effect of Reactive Oxidant Generation in Acute Exercise-Induced Proteinuria in Trained and Untrained Rats. *Eur J Appl Physiol.* ۲۰۰۳;۹۰(۵-۶):۵۲۶-۳۲.
۹. Irving RA, Noakes TD, Raine RI, van Zyl SR. Transient Oliguria with Renal Tubulardysfunction After a ۹۰ km Running Race. *Med Sci Sports Exerc.* ۱۹۹۰;۲۲: ۷۵۶-۷۶۱.
۱۰. Lippi G, Schena F, Salvagno GL, Tarperi C, Montagnana M, Gelati M, Banfi G, Guidi GC. Acute Variation of Estimated Glomerular Filtration Rate Following a Half-Marathon Run. *Int J Sports Med.* ۲۰۰۸;۲۹: ۹۴۸-۹۵۱.
۱۱. Mark D, McInnis á Ian J, Newhouse Serge P, Von Duvillard á Robert Thayer. The Effect of Exercise Intensity on Hematuria in Healthy Male Runners. *Eur J Appl Physiol.* ۱۹۹۸;۷۹: ۹۹-۱۰۵.
۱۲. Middlekauff HR, Nitzche EU, Nguyen AH, Hoh CK, and Gibbs GG. Modulation of renal cortical blood flow during static exercise in humans. *Circ Res.* ۱۹۹۷;۸۰: ۶۲-۶۸.
۱۳. Mittleman KD, Zambraski EJ. Exercise – Induced Proteinuria is Attenuated by Indometacin. *Med Sci Sport Exercise.* ۱۹۹۲; ۲۴: ۱۰۶۹-۱۰۷۴.
۱۴. Moinuddin I, Leehey DJ. A Comparison of Aerobic Exercise and Resistance Training in Patients With and Without Chronic kidney Disease. *Adv Chronic Kidney Dis.* ۲۰۰۸;۱۵(۱):۸۳-۹۶.
۱۵. Montelpare WJ, Klentrou, P, & Thoden, J. Continuous Versus Intermittent Exercise Effects on Urinary Excretion of Albumin and Total Protein. *Journal of Science and Medicine in Sport.* ۲۰۰۲;۵ (۳): ۲۱۹-۲۲۸.
۱۶. Neumayer G, Pfister R, Hoertnagl H, Mitterbauer G, Prokop W, Joannidis M. Renal Function and Plasma Volume Following Ultramarathon Cycling. *Int J Sports Med.* ۲۰۰۵; ۲۶:۲-۸.
۱۷. Neumayr G, Pfister R, Hoertnagl H, Mitterbauer G, Getzner W, Ulmer H, Gaenzler H, Joannidis M. The Effect of Marathon Cycling on Renal Function. *Int J Sports Med.* ۲۰۰۳;۲۴(۲):۱۳۱-۷.
۱۸. Newman DJ, Pugia MJ, Lott JA, Wallace JF, Hiar AM. Urinary Protein and Albumin Excretion Corrected by Creatinine and Specific Gravity. *Clin Chim Acta.* ۲۰۰۰;۲۹۴(۱-۲):۱۳۹-۵۵.
۱۹. Poortmans JR, Blommaert E, Baptista M, Broe ME, and Nouwen EJ. Evidence of Differential Renal Dysfunctions During Exercise in Men. *Eur J Appl Physiol.* ۱۹۹۷;۷۶: ۸۸-۹۱.
۲۰. Poortmans JR, Geudvert C. Postexercise Proteinuria in Childhood & Adolescence *int J. Sports Med.* ۱۹۹۶; ۱۷(۶): ۴۴۸-۴.
۲۱. Poortmans JR, Haggenmacher C, Vanderstraeten J. Postexercise Proteinuria in Human and Its Aderenergic Component. *J Sports Med Fitness.* ۲۰۰۱;۴۴:۹۵:-۱۰۰.
۲۲. Poortmans JR, Jourdain M, Heyters C, Reardon FD. Postexercise Proteinuria in Rowers. *Département de Chimie Physiologique, Université Libre de Bruxelles, Belgium.* *Can J Sport Sci.* ۱۹۹۰;۱۵(۲):۱۲۶-۳۰.
۲۳. Poortmans JR, Mathiu N, De plaen P. Influence of Running Different Distances on Renal Glomerular and Tubular Impairment in Humans. *Eur J Appl physiol Occup physiol.* ۱۹۹۶;۷۲(۵-۶): ۵۲۲-۷.

٢٤. Poortmans JR, Michel O . Glomerular Filtration Rate and Albumin Excretion After Maximal Exercise in Aging sedentary and active man. The Journals of Gerontology; ٦١A, ١١; ProQuest Health and Medical Complete .٢٠٠٦; ١١٨١.
٢٥. Poortmans JR. Renal Protein Excretion after Exercise in Man. Eur j appl Physiol.١٩٨٩; ٥٨: ٤٧٦ – ٤٨٠.
٢٦. Poortmans JR, Vanderstraeten J. Kidney Function During Exercise in Heathy and Diseased Humans. Sports Med.١٩٩٤; ١٨: ٤١٩-٤٣٧.
٢٧. Suzuki M, Sudoh M, Matsubara S, Kawakami K, Shiota M, Ikawa S. Changes in Renal Blood Flowmeasured by Radionuclide Angiography Following Exhausting Exercise in Humans. Eur J Appl Physiol .١٩٩٦;٧٤: ١-٧.
٢٨. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age – Predicated Maximal Heart Rate Revisited. J Am Coll Cardiol.٢٠٠١;٣٧(١):١٥٣-١٥٦.
٢٩. Zmysłowska A, Młynarski W, Wegner O, Misiak G, Szadkowska A, Bodalski J. Post-Exercise Microalbuminuria in Newly Diagnosed Type ١ Diabetic Children - Preliminary Report. Med Wieku Rozwoj. ٢٠٠٧;١١(٢ Pt ١):١٣٩-٤٣.