Archive of SID

علوم زیستی ورزشی – زمستان ۱۳۹۹
دورهٔ ۱۲، شمارهٔ ۴، ص: ۴۲۳ – ۴۰۷
تاریخ دریافت : ۳۰ / ۰۴ / ۹۹
تاریخ پذیرش : ۱۹ / ۰۸ / ۹۹

# پاسخ آنزیم‌های کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز،آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز نسبت به ریکاوری با دو نوع فوم غلتان پس از یک جلسه تمرین وامانده‌ساز در مردان فوتسالیست

**شهاب شمس[۱] – فرزانه تقیان*[۲]**

*۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان ایران*

**چکیده**

هدف پژوهش حاضر، بررسی میزان تغییرات آنزیم‌های کراتین کیناز لاکتات دهیدروژناز آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز نسبت به ریکاوری با دو نوع فوم غلتان پس از یک جلسه تمرین وامانده‌ساز در مردان فوتسالیست بود. آزمودنی‌ها ۲۴ نفر از بازیکنان فوتسال لیگ اصفهان با میانگین سنی ۲/۳۴ ±۲۶/۰۸سال و قد ۳/۵۸ ±۱۷۹/۰۳سانتی‌متر بودند که به‌طور تصادفی به سه گروه (فوم نرم، فوم سخت، کنترل) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها، تمرین وامانده‌ساز را انجام دادند، سپس گروه فوم نرم و فوم سخت پروتکل ریکاوری را به مدت ده دقیقه و با تناوب ۴۵ ثانیه فشار بر روی عضله و۱۵ ثانیه استراحت انجام دادند و گروه کنترل طی این مدت به استراحت پرداختند. آنزیم‌های موردنظر طی چهار مرحله (حالت پایه، بلافاصله پس از ورزش، بلافاصله پس از ریکاوری و ۲۴ ساعت پس از تمرین) اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرووِیلک و لوین و موخلی در سطح معناداری ($P<۰/۰۵$) تجزیه‌وتحلیل شد. نتایج نشان داد با اینکه فعالیت تمام آنزیم‌های پژوهش حاضر پس از انجام ریکاوری در هر دو گروه فوم نرم و فوم سخت به‌طور معناداری کاهش یافت، اما در تغییرات این شاخص‌ها بین دو گروه فوم نرم و فوم سخت تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P<۰/۰۵$). تمام تغییرات آنزیم‌ها به استثنای لاکتات دهیدروژناز در ۲۴ ساعت پس از ورزش برای هر دو گروه فوم نرم و فوم سخت نسبت به گروه کنترل معنادار بود ($P<۰/۰۰۱$). استفاده از روش ریکاوری فعال با استفاده از فوم غلتان در مقایسه با ریکاوری غیرفعال سبب کاهش هرچه بیشتر شاخص‌های آسیب عضلانی و برگشت سریع‌تر ورزشکاران به حالت پایه خواهد شد.

**واژه‌های کلیدی**

آسپارتات آمینوترانسفراز فوتسال، آلانین آمینو ترانسفراز، ریکاوری، فوم غلتان، کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز.

* نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۹۱۳۳۰۸۰۲۴۱ Email: F_taghian@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID



**مقدمه**

در ورزش‌های تیمی جلسات تمرینی شامل آمادگی جسمانی، مهارت‌های ترکیبی و بازی‌های رقابتی است. یکی از ورزش‌های تیمی که در سال‌های اخیر طرفداران زیادی پیدا کرده و مسابقات جهانی، قاره‌ای و درون‌مرزی آن به‌صورت برنامه‌ریزی‌شده برگزار می‌شود، ورزش فوتسال است. تجزیه‌وتحلیل نیازهای حرکتی فوتسال نشان می‌دهد که این ورزش، فعالیت تناوبی با شدت بالا و جابه‌جایی‌های انفجاری و کوتاه‌مدت است (۱) در نتیجه بازی فوتسال ورزش شدیدی است که انرژی جسمانی زیادی را می‌طلبد (۲). از طرفی حجم زیاد تمرینات و رقابت‌های شدید، به‌خصوص با زمان محدود ریکاوری، به فشار بر سیستم عضلات اسکلتی و به‌طور کلی نشانه‌های بیش‌تمرینی، خستگی و تضعیف عمومی بدن منجر می‌شود (۴،۳). به‌علاوه تمرینات و رقابت‌های طاقت‌فرسا، سبب آسیب عضلانی می‌شوند. آسیب عضلانی آزاد شدن مایع میانجی و آنزیم‌های التهابی را در پلاسما تحریک می‌کند. کوفتگی، آسیب و درد عضلانی، تجربهٔ معمول و شایع پس از انجام فعالیت‌های غیرمعمول و شدید است که به‌خصوص پس از فعالیت‌های مقاومتی و برون‌گرا رخ می‌دهد. کوفتگی عضلانی با توجه به زمان بروز، به دو نوع کوفتگی عضلانی حاد و کوفتگی عضلانی تأخیری تقسیم می‌شود. کوفتگی عضلانی حاد هنگام و بلافاصله بعد از تمرین ایجاد می‌شود و عقیده بر آن است که علت آن ممکن است فقدان جریان خون به عضلات فعال باشد (۵). نوع دیگر کوفتگی، کوفتگی عضلانی تأخیری است. این نوع کوفتگی حالت ناخوشایندی است که با محدودیت حرکتی، سفتی، درد، ضعف و اسپاسم در عضلات درگیر همراه است (۶،۵). تخریب تارهای عضلانی موجب ایجاد درد عضلانی متعاقب تمرین‌های برون‌گرا و مقاومتی می‌شود. نمونه‌برداری آزمایشگاهی از عضلات در روز بعد از فعالیت شدید نشان می‌دهد خونریزی و قطع اتصال فیلامان‌های عضله که مسئولیت نگهداری تارهای عضلانی را بر عهده دارند، بر اثر ساییده شدن روی هم طی انقباض عضلانی موجب ایجاد درد عضلانی می‌شود (۸،۷). آسیب‌ها و درد عضلانی با آزادسازی آنزیم‌های کراتین کیناز[1] لاکتات دهیدروژناز[2] آسپارتات آمینو ترانسفراز[3] وآلانین آمینو ترانسفراز[4] در ارتباط است و با آزادسازی این آنزیم‌ها در خون قابل اندازه‌گیری است. کراتین کیناز آنزیم کلیدی است که در سوخت‌وساز سلول‌های عضلانی نقش دارد و روند تبدیل کراتین به فسفات یا به عکس را تسریع می‌بخشد (۹). این آنزیم در افراد سالم داخل غشای سلول قرار دارد

1. Creatine Kinase
2. Lactate Dehydrogenase
3. Aspartate Aminotransferase
4. Alanine Aminotransferase

www.SID.ir

Archive of SID



و مقدار آن در خون کم است. کراتین کیناز به‌عنوان شاخص اطمینان‌بخش از نفوذپذیری غشای عضله مطرح است، چراکه این آنزیم فقط در عضلهٔ اسکلتی و قلبی یافت می‌شود. بنابراین تخریب خطوط Z و صدمهٔ سارکولما، انتشار آنزیم‌های محلول در عضله مانند کراتین کیناز را به درون آب میان بافتی امکان‌پذیر می‌کند، که افزایش این ماده در خون ممکن است نشانهٔ آسیب عضلانی و التهاب باشد (۱۰). لاکتات دهیدروژناز نیز آنزیمی است که به مقدار فراوان در سیتوپلاسم تمام بافت‌های بدن با غلظت‌های متفاوت یافت می‌شود و در تبدیل اسید پیرویک به اسید لاکتیک یا برعکس در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی موجب افزایش سرعت این واکنش می‌شود (۹). آسپارتات آمینوترانسفراز آنزیمی است که در حالت طبیعی محدود به سیتوپلاسم سلول‌هاست و به مقدار فراوان در کبد و به مقدار محدود در عضلات وجود دارد (۱۱). این آنزیم انتقال گروه آمینی از اسید آمینهٔ آسپارتات را به اسید کتوگلوتاریک برای تولید اگزالواستیک و اسید پیرویک کاتالیز می‌کند و آزادسازی آن به محیط خارج‌سلولی فقط با مرگ سلولی رخ می‌دهد، بنابراین افزایش این آنزیم در خون بیانگر مرگ سلولی است (۱۳،۱۲). آلانین آمینو ترانسفراز آنزیمی است که بیشتر در سلول‌های کبد و کلیه یافت می‌شود. آلانین، آمینو ترانسفراز، عامل آمین اسید پیرویک را منتقل می‌سازد و به تولید آلانین و اسید آلفاستوگلو تاریک[1] منجر می‌شود (۱۴).

ورزش سنگین موجب تولید مقادیر انبوه اسیدلاکتیک در عضلات اسکلتی فعال می‌شود که تعادل اسیدی - بازی بدن را به‌هم می‌زند و می‌تواند از طریق مسیرهای تولید ATP[2] یا دخالت در مراحل انقباض عضلهٔ فعال موجب نقصان در اجرای ورزشی شود. ریکاوری مناسب می‌تواند موجب بازسازی ذخایر انرژی، برداشت و مصرف لاکتات تولیدشده و بازگشت به حالت اولیه شود (۱۶،۱۵). ریکاوری می‌تواند بر میزان آنزیم‌های خونی و آسیب عضلانی تأثیرگذار باشد. ریکاوری فرایند بازگشت به حالت اولیه است که موجب حفظ کیفیت عملکرد ورزشکاران می‌شود (۱۷). در سال‌های اخیر روش‌های بازگشت به حالت اولیهٔ (ریکاوری) زیادی پس از تمرین و رقابت اصلی برای از بین بردن مواد حاصل از متابولیسم و تأثیرات منفی فعالیت بدنی بیشینه پیشنهاد شده است که به دو دستهٔ فعال (راه رفتن، دوچرخه‌سواری، سرد کردن بعد از تمرین، شنای سبک، کشش و تمرینات ورزشی با شدت خیلی کم، غوطه‌وری در آب، ماساژ، رهاسازی مایوفاشیال و...) و غیرفعال (خوابیدن، استفاده از تکنیک‌های آرامش‌بخش و...) تقسیم می‌شود (۱۷). یکی

1. Alpha Ketoglutarate
2. Adenosine Triphosphate

www.SID.ir

Archive of SID



از انواع ریکاوری فعال ، استفاده از تکنیک خودرهاسازی مایوفاشیال[1]است. خودرهاسازی مایوفاشیال از انواع ماساژ است که در آن شخص، از وزن بدن خود یا وسیله‌ای مانند فوم غلتان برای اعمال فشار و کشش مناسب به عضلات، استفاده می‌کند. این ادعا وجود دارد که فوم غلتان، بی‌تعادلی عضلانی را تصحیح می‌کند، استرس را تسکین می‌دهد، کارایی عضلانی را بهبود می‌بخشد و دامنهٔ حرکتی را افزایش می‌دهد (۱۶،۱۵). استفاده از فوم غلتان می‌تواند فشار مکانیکی تولید کند که ممکن است به افزایش جریان خون از طریق افزایش فشار سرخرگی و در نتیجه افزایش برداشت و مصرف لاکتات تولیدی پس از تمرین سنگین بینجامد. از دیگر فواید استفاده از فوم غلتان می‌توان به کاهش تنش عضلانی، کاهش سفتی فعال و غیرفعال عضلات، تحریک‌پذیری عصبی، افزایش خاصیت ارتجاعی عضله و زاویهٔ حرکت مفصل، افزایش احساس رضایت و کاهش کوفتگی تأخیری عضله اشاره کرد که انتظار می‌رود به ورزشکاران در افزایش عملکرد ورزشی و پیشگیری از آسیب کمک کند (۱۷،۱۶). یکی از عواملی که موجب کاهش لاکتات تولیدشده و بازسازی ذخایر انرژی و در نتیجه تسریع بازگشت به حالت اولیه می‌شود، افزایش جریان خون حین ریکاوری است. به این منظور محققان انجام فعالیت با شدت کم (ریکاوری فعال) را مفید می‌دانند (۲۰- ۱۸). در این زمینه گراهام[2] و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی به بررسی اثر فوم غلتان بر روی ریکاوری مردان فعال پس از یک جلسه تمرین وامانده‌ساز پرداختند. نتایج نشان داد که در فاکتورهایی مانند دامنهٔ حرکتی و قدرت پرش گروه فوم نسبت به گروه کنترل دارای برتری بودند (۲۱). اما برخلاف نتایج گراهام در تحقیق دیگری ادوارد جو[3] و همکاران (۲۰۱۸) با پژوهشی روی ۲۵ مرد فعال مشاهده کردند که استفاده از فوم‌های غلتان تأثیر زیادی بر زمان عکس‌العمل و قدرت پرش مردان ورزشکار نداشته است (۲۲). همچنین مک فارلند[4] (۲۰۰۷) اثر چهار نوع برگشت به حالت اولیه را بر روی صخره‌نوردان بررسی و اعلام کرد که لاکتات خون در اثر برگشت به حالت اولیه فعال همراه با فوم غلتان بیشترین میزان دفع را دارد و بعد از آن برگشت به حالت اولیهٔ فعال مؤثرتر از غیرفعال بوده است (۲۳). کانگ[5] و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تأثیر ویبریشن بر روی سطح لاکتات و ضربان قلب ریکاوری ورزشکاران پرداختند. نتایج بیانگر کاهش سطح لاکتات تا حدود ۹۸ درصد و کاهش ضربان قلب ریکاوری تا حدود ۸۸ درصد

1 . Myofascial
2 . Graham Z. Macdonald
3 . Edward Jo
4 . mc farland
5 . Seung Rok Kang

www.SID.ir

Archive of SID



بود که در مقایسه با گروه کنترل کاملاً تفاوت معنادار بود (۲۴). منشوری و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر ریکاوری در آب سرد روی شاخص‌های آسیب عضلانی را بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد ریکاوری در آب سرد سبب کاهش معنادار کراتین کیناز نسبت به گروه کنترل نشد (۲۵). برخلاف تحقیق منشوری، جسیکا هیل[1] و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی دو نوع لباس فشرده‌ساز (با فشرده‌سازی بالا و پایین) بر روی ریکاوری ورزشکاران پس از یک جلسه تمرین وامانده‌ساز پرداختند. نتایج نشان داد که هر دو نوع لباس موجب کاهش سطوح کراتین کیناز شده و تفاوت آن نسبت به گروه کنترل معنادار بوده است (۲۶). سیکو کالواو[2] و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی به بررسی اثر غوطه‌وری در آب بر روی ریکاوری عضلات در بازیکنان حرفه‌ای بسکتبال پرداختند. آن‌ها بازیکنان را به دو گروه کنترل و غوطه‌وری در آب یخ تقسیم کردند. پس از بررسی تغییرات در سطوح کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز، آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز و سطح اوره و کراتینین متوجه شدند که گروه غوطه‌وری در آب یخ به‌صورت معناداری با کاهش سطوح شاخص‌های التهاب عضلانی مواجه شده‌اند (۲۷). ریکاوری فعال نقش مهمی در بازگرداندن هرچه سریع‌تر شاخص‌های آسیب عضلانی به میزان پایه ایفا می‌کند. انجام ریکاوری با فوم غلتان به‌وسیلهٔ ایجاد فشار و افزایش جریان خون سرخرگی در بافت عضلانی آسیب‌دیده در تمرین موجب کاهش مواد متابولیزه می‌شود و اجازه می‌دهد ورزشکار هرچه سریع‌تر آمادهٔ تمرین و مسابقهٔ آینده شود (۲۷- ۲۵،۲۳). به هر حال این موضوع که ریکاوری فعال و غیرفعال تا چه حد بر روی آنزیم‌های شاخص آسیب عضلانی تأثیرگذار است، مورد تردید است. بیشتر تحقیقات انجام‌گرفته در خصوص فوم‌های غلتان به تأثیرات آن بر عوامل عملکردی از جمله انعطاف، شتاب، سرعت، توان هوازی و بی‌هوازی اشاره داشته‌اند و کمتر تحقیقی در پی اثبات تأثیرات مثبت آن بر شاخص‌های آسیب عضلانی بوده است. در مطالعهٔ حاضر تأثیر دو نوع فوم غلتان بر شاخص‌های آسیب عضلانی و مقایسهٔ آن با ریکاوری غیرفعال بررسی شده است.

## روش پژوهش

پژوهش حاضر در قالب طرح نیمه‌تجربی سه‌گروهی با اندازه‌گیری‌های مکرر پس از تأیید کمیتهٔ اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان انجام گرفت (شناسهٔ اخلاق IR.IAU.KHUISF.REC.1398.287). جامعهٔ آماری شامل بازیکنان شاغل در لیگ فوتسال استان اصفهان بودند. از بین بازیکنان داوطلب ۲۴ نفر

1. Jesica Hill
2. Seco-Calvo J

www.SID.ir

Archive of SID



از آنها که سابقهٔ حداقل ۳ سال بازی در لیگ استان و شرایط لازم (نداشتن عفونت و بیماری خاص) را داشتند، به‌عنوان نمونهٔ آماری انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در سه گروه (فوم نرم، فوم سخت، کنترل) ۸ نفره قرار گرفتند. میانگین سنی آزمودنی‌ها ۲/۳۴ ± ۲۶/۰۸ سال و قد ۳/۵۸± ۱۷۹/۰۳ سانتی‌متر و وزن ۲/۵۸ ± ۷۵/۷۳کیلوگرم بود.

**شرایط آزمودنی‌ها برای شرکت در پژوهش**

شرط ورود به پژوهش این بود که در سه ماه گذشته دست‌کم هفته‌ای سه جلسه به مدت حداقل یک ساعت تمرین ورزشی داشته باشند، هیچ‌گونه بیماری نداشته و تحت درمان مکملی و دارویی نباشند. پیش از آزمون مراحل مختلف کار برای آزمودنی‌ها به‌طور کامل شرح داده شد و پس از ثبت اطلاعات فردی و پزشکی آزمودنی‌ها، برگهٔ رضایت‌نامهٔ شرکت در پژوهش تکمیل شد. برای ارزیابی رژیم غذایی آزمودنی‌ها، از آنها بسامد و یادآمد ۲۴ ساعتهٔ غذایی در سه روز مختلف که یک روز آن تعطیل بود، گرفته شد. شرکت‌کنندگان ملزم بودند حداقل ۲۴ ساعت قبل از اجرای آزمون در فعالیت ورزشی شدید شرکت نکرده و همچنین از مصرف مکمل‌های غذایی، دخانیات و کافئین خودداری کنند.

**روش اجرای پژوهش**

**گروه فوم غلتان سخت و نرم**

پیش از اجرای پروتکل تمرینی هر کدام از آزمودنی‌ها به مدت ده دقیقه به‌صورت دویدن آرام و حرکات کششی به گرم کردن بدن پرداختند. پس از گرم کردن آزمودنی‌ها ابتدا روی دستگاه تردمیل قرار گرفتند و طبق پروتکل وامانده‌ساز شروع به دویدن روی تردمیل کردند. میزان سرعت و شیب انتخاب‌شدهٔ تردمیل با توجه به پروتکل تمرینی در ۳ مرحلهٔ ۷۰ ثانیه‌ای با افزایش سرعت و شیب همراه بود (مرحلهٔ اول: سرعت ۵/۵ کیلومتر بر ساعت و شیب ۵ درصد، مرحلهٔ دوم: سرعت ۶/۸ کیلومتر بر ساعت و شیب ۶ درصد، مرحلهٔ سوم: سرعت ۸ کیلومتر بر ساعت و شیب ۷ درصد) و مرحلهٔ ۴ با سرعت ۹/۷ کیلومتر بر ساعت و شیب ۸ درصد تا زمانی‌که آزمودنی به مرز خستگی و ناتوانی برسد، ادامه پیدا کرد. پس از آن آزمودنی‌ها در ۳ دوره که دورهٔ اول و دوم ده تکرار و دورهٔ سوم تا رسیدن به واماندگی ادامه داشت (بین هر دوره ۳۰ ثانیه استراحت)، از روی مانع ۶۰ سانتی‌متری پریدند (۲۲). واماندگی به این مفهوم بود که آزمودنی‌ها دیگر قادر به اجرای کامل یک پرش نبودند. پس از آن آزمودنی‌ها به انجام پروتکل ریکاوری در گروه‌های خود پرداختند. به این صورت که گروه‌های فوم سخت و فوم نرم پس از ۳۰ دقیقه استراحت به مدت ۱۰ دقیقه به ریکاوری با فوم پرداختند. گروه فوم سخت از فوم غلتان مدل Abs۳۳ که از یک لولهٔ

www.SID.ir

Archive of SID



توخالی از جنس پلی‌وینیل کلرید (دارای قطر بیرونی ۱۶سانتی‌متر و ضخامت ۰/۵سانتی‌متر) که به‌وسیلهٔ یک فوم از جنس نئوپرن با ضخامت یک سانتی‌متر احاطه شده بود، برای انجام پروتکل ریکاوری استفاده کردند و گروه فوم نرم از فوم غلتان مدل Aba۳۰ (قطر بیرونی لوله ۱۲سانتی‌متر، ضخامت ۰/۴سانتی‌متر و فوم از جنس پلی یورتان به قطر ۰/۸سانتی‌متر) استفاده کردند. پروتکل ریکاوری با فوم غلتان برای ۵ دسته از عضلات (عضلهٔ دوقلو، پشت‌ران، سرینی، چهارسر ران و جمع‌کنندهٔ ران) بدین‌صورت انجام گرفت که از آزمودنی خواسته شد که فوم غلتان را در زیر عضلهٔ موردنظر قرار داده و تمام وزن خود را بر روی فوم غلتان قرار دهد، سپس به مدت ۴۵ ثانیه از بالاترین نقطهٔ عضله تا پایین‌ترین نقطه، عضله را روی فوم بغلتاند و بعد از آن ۱۵ ثانیه استراحت کند و سپس قسمت بعدی را با همین شرایط مورد ریکاوری قرار دهد که در مجموع با درنظر گرفتن زمان‌های استراحت آزمودنی‌ها ۱۰ دقیقه ریکاوری را انجام دادند (۲۸).

**گروه کنترل**

در این گروه تمامی پروتکل تمرینی همانند گروه‌های فوم سخت و نرم انجام گرفت، به‌جز پروتکل ریکاوری که در این مرحله گروه کنترل به مدت ۴۰ دقیقه به استراحت پرداختند.

نمونه‌های خونی به مقدار پنج میلی‌لیتر از ورید پیش‌آرنجی چپ همهٔ آزمودنی‌ها طی چهار مرحله (حالت پایه، بلافاصله بعد از ورزش، بلافاصله بعد از ریکاوری و ۲۴ ساعت بعد از تمرین) برای بررسی میزان آنزیم‌های کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز، آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز تهیه شد. برای اندازه‌گیری آنزیم‌ها از کیت‌های AUDIT ساخت ایرلند و دستگاه‌های Mindray-BS800 ساخت چین و دستگاه AnalyzerI2P ساخت آلمان استفاده شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها در فاصلهٔ زمانی ۱۰ تا ۱۲ صبح، دمای ۲۹-۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد، تهویه و نور محیطی یکسان انجام گرفت. به‌علاوه آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت پیش از آزمون، از انجام هر گونه فعالیت بدنی اجتناب کردند. به‌منظور حذف آثار زودگذر فعالیت ورزشی و شرایط آزمایشگاهی روی شاخص‌های خونی، تغییرات حجم خون محاسبه شد. تجزیه‌وتحلیل آماری در دو سطح توصیفی و استنباطی انجام گرفت. در سطح توصیفی از مقادیر میانگین و انحراف معیار برای توصیف وضعیت افراد در سه گروه مورد مطالعه و در سطح استنباطی از آزمون اندازه‌های تکراری ۴×۳ برای بررسی فرضیه‌های اصلی پژوهش استفاده شد. مقایسه‌های دوتایی با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی انجام گرفت. پذیره‌های زیربنایی مدل شامل نرمال بودن توزیع خطا و همگنی واریانس خطا و همگنی کوواریانس بین سه گروه به‌ترتیب به‌وسیلهٔ آزمون‌های شاپیروویلک و لوین و موخلی بررسی و

www.SID.ir

Archive of SID



تأیید شد. ویژگی‌های آنتروپومتریک به‌وسیلهٔ آزمون آنالیز واریانس یکطرفه بین آزمودنی‌های سه گروه مقایسه شد. آزمون‌ها در سطح خطای ۵ درصد و با استفاده از نسخهٔ ۲۲ نرم‌افزار SPSS انجام گرفت.

## نتایج

میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها در سه گروه در جدول ۱ نمایش داده شده است. براساس نتایج آزمون آنالیز واریانس یکطرفه تفاوت معناداری در میانگین سن (P=۰/۲۹۴)، قد (P=۰/۸۳۲)، وزن (P=۰/۱۵۹) و شاخص تودهٔ بدنی (P=۰/۱۲۵) بین ورزشکاران سه گروه نشان نداد.

**جدول ۱. ویژگی‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها در گروه‌های سه‌گانهٔ پژوهش(M±SD)**

| شاخص‌ها | گروه فوم سخت | گروه فوم نرم | گروه کنترل | مقدارP |
|---|---|---|---|---|
| سن (سال) | ۲۶/۷۱±۰/۸۴ | ۲۶/۳۳±۰/۸۴ | ۲۶/۸۴±۰/۴۷ | ۲۹۴ |
| قد (سانتی‌متر) | ۱۷۸/۲۳±۶/۵۸ | ۱۷۹/۷۲±۳/۵۲ | ۱۷۹/۳۲±۶/۳۲ | ۸۳۲ |
| وزن (کیلوگرم) | ۷۵/۸۳±۳/۵۴ | ۷۶/۰۰±۵/۸۲ | ۷۵/۴۹±۳/۲۵ | ۱۵۹ |
| شاخص تودهٔ بدنی (کیلوگرم/مترمربع) | ۲۳/۸۹±۰/۸۳ | ۲۴/۴۳±۱/۱۷ | ۲۳/۵۰±۰/۹۳ | ۱۲۵ |

برای تحلیل داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شد. پس از برازش مدل پذیره‌های زیربنایی مدل بررسی شد. براساس نتایج آزمون شاپیروویلک فرض نرمال بودن توزیع خطا و براساس نتایج آزمون لوین فرض همگنی واریانس خطا بین سه گروه در مقادیر کراتین کیناز، لاکتات دهیدروناژ، اسپارتات امینوترانسفراز، الانین امینوترانسفراز و در هر چهار مرحلهٔ قبل تمرین، بلافاصله بعد تمرین، بعد از ریکاوری و ۲۴ ساعت بعد تمرین رد نشد (P>۰/۰۵). فرض همگنی ماتریس واریانس کوواریانس نیز به‌وسیلهٔ آزمون باکس در هر چهار متغیر کراتین کیناز، لاکتات دهیدروناژ، اسپارتات امینوترانسفراز و الانین امینوترانسفراز بررسی و تأیید شد (P>۰/۰۵).

در بررسی مقادیر کراتین کیناز، طبق نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر، اثر گروه (F(۲،۲۱)=۷/۴۹؛ P=۰/۰۰۴؛ η۲=۰/۴۱۶)، و زمان اندازه‌گیری (η۲=۰/۹۶۰؛ P<۰/۰۰۱؛ F(۳،۱۹)=۱۵۳/۱۷) و اثر متقابل زمان و گروه (η۲=۰/۴۶۷؛ P<۰/۰۰۱؛ F(۶ ،۳۸)=۵/۵) در سطح خطای ۵ درصد معنادار مشاهده شد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی مربوط به مقایسه‌های بین‌گروهی نشان داد قبل از انجام تمرین میانگین سطح کراتین کیناز بین گروه‌های کنترل و فوم نرم (P=۱/۰۰۰)، کنترل و فوم سخت (P=۰/۵۵۶) و فوم سخت و فوم نرم (P=۱/۰۰۰)تفاوت معناداری نداشت. بلافاصله پس از تمرین،

www.SID.ir

Archive of SID



میانگین سطح کراتین کیناز بین گروه‌های کنترل و فوم نرم (P=۰/۸۴۱)، کنترل و فوم سخت (P=۰/۴۴۶) و فوم سخت و فوم نرم (P=۱/۰۰۰) تفاوت معناداری نداشت. پس از ریکاوری میانگین سطح کراتین کیناز بین گروه‌های کنترل و فوم نرم (P=۰/۱۱۱) و فوم سخت و فوم نرم (P=۱/۰۰۰) تفاوت معناداری نداشت، ولی میانگین سطح کراتین کیناز در گروه کنترل به‌طور معناداری بیشتر از گروه فوم سخت بود (P=۰/۰۰۳). ۲۴ ساعت پس از تمرین میانگین سطح کراتین کیناز میانگین سطح کراتین کیناز در گروه کنترل به‌طور معناداری بیشتر از گروه فوم نرم (P<۰/۰۰۱) و فوم سخت (P<۰/۰۰۱) بود. ولی بین میانگین سطح کراتین کیناز بین دو گروه فوم نرم و فوم سخت اختلاف معناداری مشاهده نشد (P=۰/۸۳۷).

در بررسی مقادیر لاکتات دهیدروژناز، طبق نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر، اثر گروه (η۲=۰/۱۸۲؛ P=۰/۱۲۱؛ F(۲،۲۱)=۲/۳۴)، معنادار مشاهده نشد، ولی اثر زمان اندازه‌گیری (η۲=۰/۹۷۷؛ P<۰/۰۰۱؛ F(۳،۱۹)=۲۷۰/۵) و اثر متقابل زمان و گروه (η۲=۰/۶۹۸؛ P<۰/۰۰۱؛ F(۶ ،۳۸)=۱۴/۷) در سطح خطای ۵ درصد معنادار مشاهده شد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی مربوط به مقایسه‌های بین‌گروهی نشان داد قبل از انجام تمرین میانگین سطح لاکتات دهیدروژناز بین گروه‌های کنترل و فوم نرم (p=۱/۰۰)، کنترل و فوم سخت (P=۱/۰۰۰) و فوم سخت و فوم نرم (P=۱/۰۰۰) تفاوت معناداری نداشت. بلافاصله پس از تمرین، میانگین سطح لاکتات دهیدروژناز بین گروه‌های کنترل و فوم نرم (P=۰/۸۷۶)، کنترل و فوم سخت (P=۰ /۱۶۸) و فوم سخت و فوم نرم تفاوت معناداری نداشت (P=۰/۶۷۳). پس از ریکاوری میانگین سطح لاکتات دهیدروژناز بین گروه‌های کنترل و فوم نرم اختلاف معناداری نداشت (P=۰/۰۹۴)، ولی میانگین سطح لاکتات دهیدروژناز در گروه کنترل به‌طور معناداری بیشتر از گروه فوم سخت بود (P=۰/۰۰۳). همچنین در میانگین سطح لاکتات دهیدروژناز بین دو گروه فوم نرم و فوم سخت اختلاف معناداری مشاهده نشد (p=۰/۴۴۸).۲۴ ساعت پس از تمرین میانگین سطح لاکتات دهیدروژناز بین گروه‌های کنترل و فوم نرم (P=۰/۶۷۱)، کنترل و فوم سخت (P=۰/۱۵۴)و فوم سخت و فوم نرم (p=۱/۰۰۰) تفاوت معناداری نداشت.

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۲. میانگین و انحراف معیار در سه گروه طی چهار مرحلهٔ اندازه‌گیری و نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر**

| متغیر | گروه زمان | فوم سخت | فوم نرم | کنترل | نتایج آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | زمان | گروه | اثر متقابل |
| کراتین کیناز (U/L) | قبل تمرین | ۱۱۸/۸۸±۷/۶۸ | ۱۲۸/۵۰±۷/۶۸ | ۱۳۳/۷۵±۷/۶۸ | p<۰/۰۰۱ ($\eta^2$=۰/۹۶۰) | p=۰/۰۰۴ ($\eta^2$=۰/۴۱۶) | p=۰/۰۰۱ ($\eta^2$=۰/۴۶۷) |
| | بعد از تمرین | ۲۰۲/۷۵±۱۰/۸۵ | ۲۰۸/۷۵±۱۰/۸۵ | ۲۱۷/۷۵±۱۰/۸۵ | | | |
| | بعد از ریکاوری ۲۴ ساعت | ۱۸۵/۵۰±۱۰/۱۷ | ۱۹۶/۷۵±۱۰/۱۷ | ۲۲۸/۵۰±۱۰/۱۷ | | | |
| | بعد | ۲۳۳/۲۵±۸/۹۰ | ۲۱۹/۲۵±۸/۹۰ | ۲۹۸/۱۳±۸/۹۰ | | | |
| لاکتات دهیدروژناز (U/L) | قبل تمرین | ۳۴۲/۲۵±۱۲/۱۳ | ۳۴۷/۰۰±۱۲/۱۳ | ۳۴۷/۱۳±۱۲/۱۳ | p<۰/۰۰۱ ($\eta^2$=۰/۹۷۷) | p=۰/۱۲۱ ($\eta^2$=۰/۱۸۲) | p<۰/۰۰۱ ($\eta^2$=۰/۶۹۸) |
| | بعد از تمرین | ۴۴۶/۷۵±۱۲/۵۹ | ۴۶۰/۰۰±۱۲/۵۹ | ۴۸۲/۷۵±۱۲/۵۹ | | | |
| | بعد از ریکاوری ۲۴ ساعت | ۴۰۰/۱۳±۱۱/۲۲ | ۴۲۳/۸۳±۱۱/۲۲ | ۴۶۰/۵۰±۱۱/۲۲ | | | |
| | بعد | ۳۵۳/۶۳±۱۳/۱۸ | ۳۶۸/۷۵±۱۳/۱۸ | ۳۸۰/۱۳±۱۳/۱۸ | | | |
| اسپارتات امینوترانسفراز (U/L) | قبل تمرین | ۳۰/۷۵±۲/۲۸ | ۲۶/۲۵±۲/۲۸ | ۲۵/۷۵±۲/۲۸ | p<۰/۰۰۱ ($\eta^2$=۰/۹۶۰) | p=۰/۸۹۷ ($\eta^2$=۰/۰۱۰) | p<۰/۰۰۱ ($\eta^2$=۰/۵۵۸) |
| | بعد از تمرین | ۴۰/۳۸±۲/۴۵ | ۳۹/۷۵±۲/۴۵ | ۳۷/۷۵±۲/۴۵ | | | |
| | بعد از ریکاوری ۲۴ ساعت | ۳۷/۶۳±۲/۵۵ | ۳۷/۱۳±۲/۵۵ | ۳۷/۶۳±۲/۵۵ | | | |
| | بعد | ۳۲/۸۸±۲/۴۰ | ۳۴/۵۰±۲/۴۰ | ۴۳/۰۰±۲/۴۰ | | | |
| الانین امینو ترانسفراز (U/L) | قبل تمرین | ۳۰/۸۸±۳/۰۴ | ۳۵/۲۵±۳/۰۴ | ۳۲/۰۰±۳/۰۴ | p<۰/۰۰۱ ($\eta^2$=۰/۷۵۰) | p=۰/۶۷۲ ($\eta^2$=۰/۰۳۷) | p<۰/۰۰۱ ($\eta^2$=۰/۵۹۱) |
| | بعد از تمرین | ۴۰/۲۵±۳/۳۰ | ۴۱/۸۷±۳/۳۰ | ۴۱/۱۳±۳/۳۰ | | | |
| | بعد از ریکاوری ۲۴ ساعت | ۳۸/۱۳±۲/۹۱ | ۳۸/۸۸±۲/۹۱ | ۳۹/۳۸±۲/۹۱ | | | |
| | بعد | ۳۲/۵۰±۲/۳۹ | ۳۶/۲۵±۲/۳۹ | ۴۲/۵۰±۲/۳۹ | | | |

www.SID.ir

Archive of SID



در بررسی مقادیر اسپارتات امینوترانسفراز، طبق نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر، اثر گروه (η۲=۰/۰۱۰؛ P=۰/۸۹۷؛ F(۲،۲۱)=۰/۱۱۰)، معنادار نبود، ولی اثر زمان اندازه‌گیری (η۲=۰/۹۶۰؛ P<۰/۰۰۱؛ F(۳،۱۹)=۱۵۳/۴) و اثر متقابل زمان و گروه (η۲=۰/۵۵۸؛ P<۰/۰۰۱؛ F(۶ ،۳۸)=۶/۶)در سطح خطای ۵ درصد معنادار بود. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی مربوط به مقایسه‌های بین‌گروهی نشان داد قبل از انجام تمرین میانگین سطح آمینو ترانسفراز بین گروه‌های کنترل و فوم نرم (P=۱/۰۰)،کنترل و فوم سخت (P=۰/۴۰۹) و فوم سخت و فوم نرم (P=۰/۵۳۳) تفاوت معناداری نداشت. بلافاصله پس از تمرین و همچنین پس از ریکاوری، میانگین سطح آمینو ترانسفراز بین گروه‌های کنترل و فوم نرم (P=۱/۰۰)،کنترل و فوم سخت (P=۱/۰۰) و فوم سخت و فوم نرم (P=۱/۰۰) تفاوت معناداری نداشت. ۲۴ ساعت پس از تمرین میانگین سطح آسپارتات آمینو ترانسفراز بین گروه‌های کنترل و فوم نرم (P=۰/۰۶۲) و فوم سخت و فوم نرم (P=۱/۰۰۰) تفاوت معناداری نداشت، ولی میانگین سطح آمینو ترانسفراز در گروه کنترل به‌طور معناداری بیشتر از مقدار آن در گروه فوم سخت بود (P=۰/۰۲۱).

در بررسی مقادیر آلانین آمینو ترانسفراز، طبق نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر، اثر گروه (η۲=۰/۰۳۷؛ P=۰/۶۷۲؛ F(۲،۲۱)=۰/۴۰۵)، معنادار kf,nT ولی اثر زمان اندازه‌گیری (η۲=۰/۷۵۰؛ P<۰/۰۰۱؛ F(۳ ,۱۹)=۱۹/۰۴) و اثر متقابل زمان و گروه (η۲=۰/۵۹۱؛ P<۰/۰۰۱؛ F(۶ ،۳۸)=۵/۴۲) در سطح خطای ۵ درصد معنادار مشاهده شد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی مربوط به مقایسه‌های بین‌گروهی نشان داد قبل از انجام تمرین میانگین سطح آلانین آمینو ترانسفراز بین گروه‌های کنترل و فوم نرم (P=۱/۰۰)، کنترل و فوم سخت (P=۰/۴۰۹) و فوم سخت و فوم نرم (P=۰/۹۶۱) تفاوت معناداری نداشت. بلافاصله پس از تمرین و همچنین پس از ریکاوری، میانگین سطح آلانین آمینو ترانسفراز بین گروه‌های کنترل و فوم نرم (P=۱/۰۰)، کنترل و فوم سخت (P=۱/۰۰) و فوم سخت و فوم نرم (P=۱/۰۰) تفاوت معناداری نداشت. ۲۴ ساعت پس از تمرین میانگین سطح آلانین آمینو ترانسفراز بین گروه‌های کنترل و فوم نرم (P=۰/۲۳۴) و فوم سخت و فوم نرم (P=۰/۸۳۶) تفاوت معناداری نداشت. ولی میانگین سطح آلانین آمینو ترانسفراز در گروه کنترل به‌طور معناداری بیشتر از مقدار آن در گروه فوم سخت بود (P=۰/۰۲۲).

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر که به‌منظور بررسی میزان تغییرات آنزیم‌های کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز، آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز نسبت به ریکاوری با دو نوع فوم غلتان پس از یک جلسه تمرین وامانده‌ساز در مردان فوتسالیست انجام گرفت، حاکی از کاهش مقدار آنزیم‌ها بلافاصله و ۲۴ ساعت

www.SID.ir

Archive of SID



پس از ریکاوری در دو گروه فوم نرم و فوم سخت بود (در مورد آنزیم لاکتات دهیدروژناز در ۲۴ ساعت پس از تمرین صادق نبود، همچنین میزان تفاوت بین هر سه گروه معنادار نبود). آنزیم کراتین کیناز بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از ریکاوری در گروه فوم سخت به‌طور معناداری کمتر از گروه کنترل بود. همچنین در گروه فوم سخت میزان دو آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز در ۲۴ ساعت پس از ریکاوری به‌طور معناداری کمتر از گروه کنترل گزارش شد. در خصوص گروه فوم نرم در هر چهار آنزیم چه بلافاصله پس از ریکاوری و چه ۲۴ ساعت پس از آن، میزان گزارش‌شده کمتر از مقدار آنزیم‌ها در گروه کنترل بود، لیکن این تفاوت معنادار نبود. البته بین دو گروه فوم نرم و فوم سخت تفاوت معناداری در تغییرات شاخص‌ها مشاهده نشد. در مجموع با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر به‌نظر می‌رسد ریکاوری همراه با فوم غلتان نسبت به ریکاوری غیرفعال، موجب کاهش هرچه بیشتر شاخص‌های آسیب عضلانی می‌شود و ورزشکاران را هرچه سریع‌تر آمادهٔ جلسه بعدی تمرین یا مسابقه می‌گرداند. با بررسی مطالعات پیشین، تحقیقی که در آن اثر ریکاوری با فوم غلتان بر کراتین کیناز بررسی شده باشد، یافت نشد. بنابراین از تحقیقات مشابه در این زمینه استفاده شد. جسیکا هیل و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی به تأثیر یک جلسه ریکاوری با دو نوع لباس فشرده‌ساز بر سطوح آنزیم کراتین کیناز پرداختند که نتایج آن نشان داد که ریکاوری با هر دو نوع لباس موجب کاهش سطوح کراتین کیناز شده و تفاوت آن نسبت به گروه کنترل معنادار بوده است (۲۶). عرب‌مومنی و همکاران (۱۳۹۶) تغییرات سرمی کراتین کیناز و پروتئین واکنش c در انواع بازگشت به حالت اولیه را پس از یک جلسه تمرین شبیه‌سازی‌شده در ۳۰ نفر از مردان فوتبالیست بررسی کردند که نتایج نشان داد سطوح سرمی کراتین کیناز و پروتئین واکنشی c در ریکاوری فعال نسبت به ریکاوری غیرفعال به‌طور معناداری کمتر بوده است (۲۹). نتایج مطالعهٔ حاضر با پژوهش‌های ذکرشده همسو بود، این در حالی است که صالح‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) به مقایسهٔ دو روش ریکاوری غیرفعال و شناوری در آب سرد و گرم بر روی سطح کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز پرداختند که نتایج نشان داد ریکاوری فعال تأثیر زیادی در پایین آوردن آنزیم‌های موردنظر نداشته و نتایج آن با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد، تضاد موجود احتمالاً به این دلیل باشد که در مطالعهٔ صالح‌زاده و همکاران حجم و شدت ریکاوری فعال زیاده بوده است، زیرا با انجام فعالیت ورزشی اولین دستگاه تأمین انرژی که به دستگاه فسفاژن معروف است، فعالیت خود را آغاز می‌کند و برای تأمین انرژی و ATP لازم برای انجام فعالیت ورزشی طی یک واکنش شیمیایی ADP را از طریق یک مول فسفوکراتین به ATP تبدیل می‌کند و در اختیار سلول قرار می‌دهد. آنزیم کراتین کیناز نقش کاتالیزر را

www.SID.ir

Archive of SID



در واکنش ایفا می‌کند. با ادامه پیدا کردن فعالیت ورزشی و آسیب وارد شدن به غشای سلولی سطح کراتین کیناز در خون بالا می‌رود و موجب کاهش عملکرد عضله می‌شود (۳۰). هدف اصلی از انجام ریکاوری دفع مواد حاصل از متابولیسم است تا عضلات هرچه سریع‌تر به حالت اولیه بازگردند. عقیده بر این است که ریکاوری فعال از طریق ترمیم سریع ذخایر گلیکوژنی موجب بازگشت سریع به حالت اولیه می‌شود (۲۸). در صورت عدم کنترل، شدت فعالیت ریکاوری فعال در دورهٔ بازگشت به حالت اولیه می‌تواند موجب تجمع بیشتر مواد حاصل از متابولیسم شود و تأثیر معکوسی بر بازگشت به حالت اولیه بگذارد (۲۸،۲۷).

یافته‌های پژوهش حاضر در خصوص کاهش سطح آنزیم لاکتات دهیدروژناز با نتایج برخی مطالعات قبلی همسوست. مک فارلند (۲۰۰۷) اثر چهار نوع برگشت به حالت اولیه را بر روی صخره‌نوردان بررسی و اعلام کرد که لاکتات خون در اثر ریکاوری همراه با ماساژ بیشترین میزان دفع را دارد که با نتایج تحقیق حاضر شباهت فراوانی دارد (۲۳)، کانگ و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تأثیر ویبریشن روی سطح لاکتات دهیدروژناز و ضربان قلب ریکاوری بازیکنان بیسبال پرداختند که نتایج آن حاکی از کاهش سطح لاکتات دهیدروژناز بلافاصله پس از ریکاوری بود که با نتایج تحقیق حاضر از لحاظ کاهش سطح لاکتات دهیدروژناز کاملاً همخوانی دارد (۲۴). از سوی دیگر، ملک‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی سه برنامهٔ ریکاوری فعال و غیرفعال بر تغییرات غلظت آمینوترانسفراز لاکتات خون و برخی دیگر از شاخص‌های آسیب عضلانی ۲۴ مرد ورزشکار پرداختند که نتایج نشان داد تغییرات سطح لاکتات دهیدروژناز هر سه گروه بلافاصله پس از تمرین تفاوت معناداری با یکدیگر نداشته است (۳۱). علت تفاوت در نتایج پژوهش حاضر با پژوهش ذکرشده می‌تواند در انتخاب نوع ریکاوری فعال بوده باشد که در تحقیق ذکرشده ریکاوری فعال شامل انجام حرکات کششی بوده است. با انجام فعالیت ورزشی پرشدت و بی‌هوازی دستگاه تولید انرژی اسید لاکتیک فعالیت خود را آغاز کرده و از طریق بی‌هوازی سعی در تولید ATP مورد نیاز سلول‌ها می‌کند. با ادامهٔ فعالیت ورزشی سطح اسید لاکتیک در بدن افزایش می‌یابد. برای تبدیل آن به اسید پیرورویک، آنزیم لاکتات دهیدروژناز وارد عمل می‌شود و این واکنش را کاتالیز می‌کند (۳۲). با بالا رفتن سطح اسید در عضله و اسیدی شدن محیط سلول ادامهٔ انجام فعالیت ورزشی سخت می‌شود، به همین علت ریکاوری برای دفع مواد حاصل از متابولیسم لازم به‌نظر می‌رسد. با انجام ریکاوری انتقال لاکتات دهیدروژناز از عضلهٔ آسیب‌دیده به گردش خون از طریق مایع لنف افزایش یافته و تصفیهٔ لاکتات دهیدروژناز از خون به‌وسیلهٔ افزایش جریان خون و لنف افزایش می‌یابد (۳۳).

www.SID.ir

Archive of SID



در خصوص تأثیرات ریکاوری فعال بر آنزیم‌های آسپارتات آمینو ترانسفراز و آلانین آمینو ترانسفراز برخی تحقیقات پیشین با پژوهش حاضر همسو و برخی دیگر نتایجی مخالف پژوهش حاضر را ثبت کردند. کالواو و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی به بررسی اثر ریکاوری در آب بر روی سطوح آنزیم‌های آسپارتات آمینو ترانسفراز و آلانین آمینو ترانسفراز بازیکنان بسکتبال پرداختند که نتایج نشان داد ۲۴ ساعت پس از انجام ریکاوری فعال در آب فاکتورهای موردنظر دچار کاهش معنادار شده‌اند که نتایج آن با تحقیق حاضر همخوانی دارد (۲۴). فونسکا و همکاران (۲۰۱۶) به مقایسهٔ دو نوع ریکاوری غوطه‌وری در آب و ریکاوری غیرفعال بر روی ورزشکاران رزمی پرداختند که نتایج نشان داد میزان فاکتورهای خونی آسپارتات آمینو ترانسفراز و آلانین آمینو ترانسفراز قبل و بعد از ریکاوری تغییرات چندانی نداشته است که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد؛ علت آن می‌تواند زمان خون‌گیری از آزمودنی‌ها باشد که در ۲۴ ساعت پس از ریکاوری بررسی نشده و تنها دو ساعت پس از ریکاوری خون‌گیری از آزمودنی‌ها صورت گرفته است (۳۴). بافت‌های بدن متعاقب عوامل مکانیکی و متابولیکی ناشی از تمرین طولانی و شدید آسیب می‌بینند. عوامل مکانیکی حین ورزش از طریق کشش سارکومر موجب اختلال در دستگاه انقباضی می‌شود. به‌علاوه، تولید عوامل متابولیکی حین ورزش مانند تشکیل رادیکال‌های آزاد و تجمع بیش از حد کلسیم موجبات آسیب سلولی را فراهم می‌سازد. بالا بودن مصرف اکسیژن در طول فعالیت ورزشی، به افزایش تولید گونه‌های واکنشی ناشی از فعالیت فزایندهٔ زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌انجامد که متعاقباً آسیب غشای سلولی را موجب می‌شود. در ادامه، تخریب غشای ناشی از حملهٔ رادیکال‌های آزاد، به نشت اجزای درون‌سلولی به فضای خارج‌سلولی منجر می‌شود. از جمله بافت‌های در معرض آسیب، می‌توان به عضلات اسکلتی، قلبی و همچنین کبد اشاره کرد. آنزیم‌های آسپارتات آمینو ترانسفراز و آلانین آمینو ترانسفراز از مهم‌ترین آنزیم‌های کبدی هستند که در ساختار عضلهٔ اسکلتی نیز وجود دارند و با آسیب به غشای سلولی به فضای خارج سلولی وارد می‌شوند. از آنجا که ریکاوری فعال می‌تواند از طریق انقباض و انبساط متوالی در داخل عضله موجب افزایش جریان خون عضلات شده و عامل دفع مواد حاصل از متابولیسم شود، همچنین از طریق تغییرات فشار جریان خون را به عضلات افزایش می‌دهد. با افزایش پمپ عضلانی جریان خون به عضلات افزایش می‌یابد و این موجب کاهش سطح آسپارتات آمینو ترانسفراز و آلانین آمینو ترانسفراز شده و عاملی برای افزایش دامنهٔ حرکتی می‌شود و در واقع این تغییرات موجب آرام‌سازی عضله می‌شود (۳۵-۳۱).

www.SID.ir

Archive of SID



در کل با توجه به نتایج پژوهش حاضر و مطالعات قبلی می‌توان گفت ریکاوری فعال به‌طور معناداری در کاهش شاخص‌های آسیب عضلانی پس از ورزش‌های سنگین نسبت به ریکاوری غیرفعال تأثیرگذارتر است، ازاین‌رو با توجه به کارامدی ریکاوری فعال و همچنین سهولت استفاده از فوم غلتان و در دسترس بودن و هزینهٔ اندک آن نسبت به سایر متدهای ریکاوری، به‌نظر می‌رسد بتوان بااحتیاط (به‌دلیل یک‌جلسه‌ای بودن و بررسی تأثیرات کوتاه‌مدت توسط پژوهش حاضر) این شیوهٔ ریکاوری را به‌جای شیوه‌های زمان‌بر و پرهزینهٔ دیگر برای رسیدن هرچه سریع‌تر ورزشکاران به حالت پایه پیشنهاد کرد.

در پایان پیشنهاد می‌شود مطالعات و بررسی‌های بیشتری بر روی ورزشکاران سایر ورزش‌ها با تعداد نمونه‌های بیشتر در جوامع آماری متفاوت و نیز به‌صورت برنامهٔ ریکاوری چندهفته‌ای یا چندماهه به‌منظور برخورداری از سطح اطمینان بالا در پیشنهاد این شیوهٔ ریکاوری نسبت به سایر متدها صورت گیرد.

## منابع و مآخذ


1. Doğramacı NS, Watsford LM. A comparison of two different methods for time-motion analysis in team sports. International Journal of Performance Analysis in Sport. 2006;6(1):73-83.
2. Naser N, Ali A, Macadam P. Physical and physiological demands of futsal. Journal of Exercise Science & Fitness. 2017;15(2):76-80.
3. Crewther BT, Cook CJ. Effects of different post-match recovery interventions on subsequent athlete hormonal state and game performance. Physiology & behavior. 2012;106(4):471-5
4. Reily TE, Bjrone S. The use of recovery methods post-exercise. Journal of sports Scinces2005; 23:619-27.
5. Dupuy O, Douzi W, Theurot D, Bosquet L, Dugué B. An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: a systematic review with meta-analysis. Frontiers in Physiology. 2018;9:403.
6. Shankar G. Pulsed ultrasound does not affect recovery from delayed onset muscle soreness. Online Journal Of Health And Allied Sciences. 2006;5(1).
7. Laaksonen M, Kivelä R, Kyröläinen H, Sipilä S, Selänne H, Lautamäki R, et al. Effects of exhaustive stretch-shortening cycle exercise on muscle blood flow during exercise. Acta Physiologica. 2006;186(4):261-70.
8. Marcora S, Bosio A. Effect of exercise-induced muscle damage on endurance running performance in humans. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2007;17(6):662-71.


www.SID.ir

Archive of SID



9. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete.International journal of sport nutrition and exercise metabolism. 2018;28(2):104-25.
10. Bürger-Mendonça M, Bielavsky M, Barbosa FC. Liver overload in Brazilian triathletes after half-ironman competition is related muscle fatigue. Annals of hepatology. 2008;7(3):245-8.
11. Wilkinson DJ, Hossain T, Hill D, Phillips B, Crossland H, Williams J, et al. Effects of leucine and its metabolite β-hydroxy-β-methylbutyrate on human skeletal muscle protein metabolism.The Journal of physiology. 2013;591(11):2911-23.
12. Braun WA, Dutto DJ. The effects of a single bout of downhill running and ensuing delayed onset of muscle soreness on running economy performed 48 h later. European journal of applied physiology. 2003;90(1-2):29-34.
13. Fleck SJ, Kraemer W. Designing resistance training programs, 4E: Human Kinetics; 2014.
14. Garcia JR. The Effects Of A Single Bout Of Self-~ Myofascial Release On Flexibility And Maximum Voluntary Contraction. 2014.
15. Yoshimura A, Schleip R, Hirose N. Effects of Self-Massage Using a Foam Roller on Ankle Range of Motion and Gastrocnemius Fascicle Length and Muscle Hardness: A Pilot Study. Journal of Sport Rehabilitation. 2020;1(aop):1-8.
16. Benjamin PJ, Lamp SP. Understanding sports massage: Human Kinetics 10%; 2005.
17. Evans, D. F. Self Myofascial Release: Effects on Hamstring Range of Motion and Torque.2014.
18. Rashidi M, Rashidy-Pour A, Ghorbani R. Effect of passive and active recovery from supramaximal exercise on blood lactate levels in male athletes. Koomesh. 2010:209-15.
19. Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular: Artmed Editora; 2017.
20. Barzegari M, Shojaedin S, Karimi Z. The Effect of a 4-Week Suspension Training With Total Resistance Exercises on Performance and Balance in Healthy Children. Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal. 2019;9(4):7-.
21. MacDonald GZ, Button DC, Drinkwater EJ, Behm DG. Foam Rolling as a Recovery Tool after an Intense Bout of Physical Activity. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2014;46(1):131-42.
22. Jo E, Juache GA, Saralegui DE, Weng D, Falatoonzadeh S. The acute effects of foam rolling on fatigue-related impairments of muscular performance. Sports. 2018;6(4):112.
23. McFarland MJ, Olivas AC, Atkins SG, Kennedy RL, Patel K. Fugitive emissions opacity determination using the digital opacity compliance system (DOCS). Journal of the Air & Waste Management Association. 2007;57(11):1317-25.
24. Kang SR, Min J-Y, Yu C, Kwon T-K. Effect of whole body vibration on lactate level recovery and heart rate recovery in rest after intense exercise. Technology and Health Care. 2017;25(S1):115-23.

www.SID.ir

Archive of SID



25. Manshouri M,Rezaee Z. The Effect of Cold Water Immersion Recovery on Muscular Damage Indices and Blood Cells of the Immune System. Journal of Isfahan Medical School.2014;(278):330-41(in persian)
26. Hill J, Howatson G, Van Someren K, Gaze D, Legg H, Lineham J, et al. The effects of compression-garment pressure on recovery after strenuous exercise. International Journal of Sports Physiology and Performance. 2017;12(8):1078-84.
27. Seco-Calvo J, Mielgo-Ayuso J, Calvo-Lobo C, Córdova A. Cold Water Immersion as a Strategy for Muscle Recovery in Professional Basketball Players During the Competitive Season. Journal of Sport Rehabilitation. 2020;29(3):301-9.
28. Pearcey GE, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto J-E, Drinkwater EJ, Behm DG, Button DC. Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. Journal of athletic training. 2015;50(1):5-13.
29. Arabmomeni A. Variation of creatine-kinase and C-reactive protein evels in a variety of recovery following exhaustive exercise in elite soccer players. Pars of Jahrom University of Medical Sciences. 2017;15(2):24-31.
30. Salehzadeh K, Sedighie N. Comparison between the Effects of Active Recovery in Hot and Cold Water on Muscle Soreness and the Cardiac Response after Resistance Training in Hot and Cold Environments. 2017.
31. Malekzadeh S, Kazemi A, Khodai K. Effect of different types of recovery on some physiologic and psychological factors after intensive training in active male students. Journal of Sport in Biomotor Sciences. 2013;7(1):42-51.
32. Hopkins ME, Davis FC, VanTieghem MR, Whalen PJ, Bucci DJ. Differential effects of acute and regular physical exercise on cognition and affect. Neuroscience. 2012;215:59-68.
33. Bompa TO, Buzzichelli C. Periodization-: theory and methodology of training: Human kinetics; 2018.
34. Fonseca LB, Brito CJ, Silva RJS, Silva-Grigoletto ME, da Silva WM, Franchini E. Use of cold-water immersion to reduce muscle damage and delayed-onset muscle soreness and preserve muscle power in jiu-jitsu athletes. Journal of Athletic Training. 2016;51(7):540-9.
35. Rey E, Padrón-Cabo A, Barcala-Furelos R, Casamichana D, Romo-Pérez V. Practical active and passive recovery strategies for soccer players. Strength & Conditioning Journal. 2018;40(3):45-57.

www.SID.ir

Archive of SID



# The Response of Creatine Kinase, Lactate Dehydrogenase, Aspartate Aminotransferase, and Alanine Aminotransferase Enzymes to Recovery with Two Types of Rolling Foams after an Exhaustive Training Session in Futsal Players

**Shahab Shams [1] - Farzaneh Taghian*[2]**
**1.MSc in Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran2.Associate Professor in Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran**
**(Received: 2020/07/20 ; Accepted: 2020/11/09)**

## Abstract
The aim of this study was to investigate the changes in creatine kinase, lactate dehydrogenase, aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase enzymes in recovery with two types of rolling foams after an exhaustive training session in male futsal players. The subjects of this study included 24 futsal players of Isfahan league (mean age of 26.08 ± 2.34 years and height of 179.03 ± 3.58 cm) who were randomly divided into three groups (soft foam, hard foam, control). Initially, the subjects performed exhaustive training; then, the soft foam and hard foam groups had the recovery protocol for 10 minutes with the interval of 45 seconds of pressure on the muscle and 15 seconds of rest while the control group rested. The mentioned enzymes were measured in four steps (baseline, immediately after training, immediately after recovery, and 24 hours after training). Data were analyzed using Shapiro-Wilk test, Levin test, and Mauchly test at a significance level of ($P<0.05$). The results showed that although the activity of all the enzymes in the present study decreased significantly after recovery in both soft foam and hard foam groups, no significant differences were observed between these two groups in the changes of these indicators ($P>0.05$). All changes in the enzymes except for lactate dehydrogenase were significant 24 hours after the training for both soft foam and hard foam compared to the control group ($P<0.001$). The active recovery method with rolling foam reduces the indicators of muscle damage more and more compared to the inactive recovery and athletes will be back to baseline faster.

Keywords
alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, creatine kinase, futsal, lactate dehydrogenase, recovery, rolling foam.

* Corresponding Author: Email: f_taghian@yahoo.com; Tel: +989133080241

www.SID.ir