علوم زیستی ورزشی _ پاییز ۱۳۹۴
دورهٔ۷، شمارهٔ۳ ، ص : ۴۴۳ – ۴۵۴
تاریخ دریافت : ۰۵ / ۰۳ / ۹۲
تاریخ پذیرش : ۱۸ / ۰۳ / ۹۳

مقایسهٔ تأثیر شش هفته تمرین اختصاصی والیبال روی سطح نرم و سخت بر سطوح استراحتی و پاسخ لاکتات، کراتین کیناز و لاکتات دهیدروزناز به فعالیت حاد

سینا رخصتی*[۱]- علیرضا سلیمی آوانسر[۲]- سجاد احمدی زاد[۳] - خسرو ابراهیم[۴]

۱.کارشناس ارشد، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران،۲.استادیار، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران،۳.دانشیار، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران،۴. استاد، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران،

چکیده

هدف از این تحقیق مقایسهٔ تأثیر شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال روی سطح ماسه و سالن بر سطوح استراحتی و پاسخ لاکتات، کراتین‌کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) به فعالیت حاد در بازیکنان والیبال بود. به این منظور هجده والیبالیست مرد (میانگین±انحراف معیار، سن۷/۳±۲۳/۷ سال و وزن ۱/۷±۷۵/۳ کیلوگرم) در دو گروه یک پروتکل شش هفته‌ای تمرین را روی دو سطح ماسه و سالن، به‌صورت تمرینات اختصاصی والیبال با شدت بیشینه انجام دادند. در مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون، آزمودنی‌های دو گروه یک جلسه فعالیت حاد را اجرا کردند. دو نمونهٔ خونی قبل و بلافاصله پس از فعالیت حاد گرفته شد. نتایج نشان داد که تمرین روی ماسه در مقایسه با سالن بر تجمع لاکتات پس از فعالیت تأثیر معناداری داشت و موجب کاهش آن شد ($P<0/05$)؛ اما سازگاری تمرین در سطح ماسه تغییر معناداری در سطوح استراحتی و پاسخ به فعالیت میزان CK و LDH ایجاد نکرد ($P>0/05$). به‌طور کلی با توجه به تأثیر بهتر تمرین در سطح ماسه بر غلظت لاکتات در پاسخ به فعالیت حاد و با توجه به آسیب‌های اسکلتی- عضلانی کمتر سطح ماسه، می‌توان نتیجه گرفت که این نوع تمرین کارایی بیشتری در عملکرد ورزشی والیبالیست‌ها دارد.

واژه‌های کلیدی

کراتین کیناز (CK)، لاکتات، لاکتات دهیدروژناز (LDH)، والیبال.

---

* نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۳۵۱۲۹۴۶۹۷ Email : sina.rokhsati@gmail.com

مقدمه

یکی از اهداف مهم علم تمرین کنترل و هدایت مراحل تمرینی به‌منظور افزایش عملکرد ورزشی است. در این راستا بررسی تأثیر برنامه‌های تمرینی بر متغیرهای فیزیولوژیکی ورزشکاران در توسعهٔ علمی این رشته نقش بسزایی داشته است. توجه به اهمیت برنامه‌های تمرینی در ساختار سیستم‌های فیزیولوژیک و کاهش آسیب سلولی در عین بالا بردن آمادگی جسمانی از نقاط تلاقی پژوهش‌های مربوط به علم تمرین و فیزیولوژی ورزشی به‌شمار می‌رود. در والیبال برای رسیدن به آمادگی مطلوب، اجرای تمرینات ویژه در شرایط خاص ضرورت پیدا می‌کند و اگر این شرایط بر پایهٔ تحقیقات علمی و عملی استوار باشد نتیجهٔ بهتری خواهد داشت.

از دیدگاه فیزیولوژیکی، والیبال ورزشی انفجاری با سیستم غیرهوازی غالب در حین فعالیت معرفی شده است. والیبالیست‌ها تلاش‌های مکرر با حرکات شدید را تجربه می‌کنند و فرصت بازگشت به حالت اولیه بین مراحل فعالیت را دارند (۱،۲). مطالعات نشان داده‌اند که دورهٔ کار ۱ تا ۳۰ ثانیه و دورهٔ استراحت بین رالی‌ها ۱۰ تا ۶۰ ثانیه به طول می‌انجامد. بر این اساس نسبت فعالیت به استراحت حدود ۱ به ۳ است. بنابراین والیبالیست‌ها باید در تولید انرژی و برگشت سریع به حالت اولیه توانمند باشند. به همین دلیل دستگاه‌های هوازی و بی‌هوازی باید به اندازهٔ کافی توسعه یابند تا اجرای بیشینه و عملکرد مطلوبی داشته باشند (۳). بازیکنان والیبال از دستگاه‌های فسفاژن (ATP-CP) و گلیکولیز بی‌هوازی برای تولید انرژی عضلات طی دورهٔ کار و در دورهٔ بازگشت به حالت اولیه، از سیستم هوازی برای تولید ATP و ذخیرهٔ اکسیژن میوگلوبین استفاده می‌کنند. به‌طور کلی با توجه به شدت و توان مورد نیاز، دستگاه فسفاژن و اسید لاکتیک در مقایسه با سیستم هوازی، غالب است (۴،۵). از طرفی توان بی‌هوازی که به‌طور عمده بر تأمین انرژی از طریق سیستم فسفاژن و سیستم اسید لاکتیک متکی است، نقش عمده و تعیین‌کننده‌ای در اجرای مهارت‌ها دارد (۶). طولانی شدن رالی‌ها موجب می‌شود که فرایند سوخت‌وساز بی‌هوازی شدت یابد و به افزایش تجمع اسید لاکتیک منجر شود. اسید لاکتیک یا لاکتات محصول نهایی مسیر بی‌هوازی است که در شرایط مداوم کمبود اکسیژن، می‌تواند در سلول تجمع کند و افزایش غلظت آن موجب کاهش تولید نیرو در عضله، اختلال در هماهنگی و کنترل حرکت مفصل می‌شود (۱،۵). با توجه به اطلاعات مذکور می‌توان گفت که سیستم بی‌هوازی به‌منظور تأمین انرژی در نوع خود حائز اهمیت است و در برنامهٔ تمرینی بازیکنان والیبال باید مورد توجه ویژه قرار گیرد (۷).

در برنامهٔ تمرینی، اعمال شدت مناسب تمرین و زمان مناسب استراحت می‌تواند عامل بسیار مهمی در جلوگیری از بروز خستگی و آسیب‌های سلولی – عضلانی طی دوره‌های تمرین باشد. در اثر فعالیت بدنی شدید به‌خصوص در فعالیت‌هایی که برخورد زیادی با سطح زمین انجام می‌گیرد، در مسیر متابولیسم بی‌هوازی آنزیم‌های کراتین‌کیناز (CK)[1] و لاکتات دهیدروژناز (LDH)[2] افزایش می‌یابند و در دورهٔ بازیافت به سطح قبلی می‌رسند (۸). تمرینات با حداکثر شدت و مدت کم نسبت به تمرینات با شدت کم و مدت طولانی سبب افزایش بیشتر فعالیت آنزیم‌های سرمی می‌شود و همراه با افزایش ضایعات عضلانی، مقدار آن به حداکثر خواهد رسید (۹،۱۰). از آنجا که تمرینات اختصاصی والیبال به انجام فعالیت با حداکثر توان و شدت در مدت زمان کوتاه نیاز دارند، آنزیم‌های ذکرشده و لاکتات از جمله محصولات نامطلوب‌اند که موجب کاهش قدرت تطابق و هماهنگی عضلات و افزایش صدمات عضلانی می‌شود. محققان تأثیر برنامه‌های تمرینی مختلفی از جمله تمرینات مقاومتی (۱۱) و پلایومتریک (۱۲) را بر عوامل فیزیولوژیکی و آسیب عضلانی بررسی کردند (۱۳) و به این نتیجه رسیدند که فعالیت ورزشی در شرایط محیطی متفاوت تأثیرات مختلفی در پی دارد. تحقیقات صورت‌گرفته، انرژی مصرفی و غلظت لاکتات خون بیشتری هنگام دویدن و تمرین روی ماسه نسبت به سطح سخت در پاسخ به فعالیت مشابه گزارش کردند (۱۴). علاوه‌بر این افزایش کار برای نگهداری بدن روی سطح نامتعادل و کاهش کارایی و بازده تمرین در هماهنگی قسمت‌های مختلف بدن برای پرش ممکن است از عوامل افزایش انرژی مصرفی بدن در زمان پرش و نوعی حالت اضافه‌بار در زمان تمرین روی ماسه باشد (۱۵). از طرف دیگر، پذیرفته شده است که فعالیت روی ماسه در جذب فشار و ضربه نقش دارد و موجب کاهش آسیب و کوفتگی عضله نسبت به سطح سخت می‌شود (۱۴). بر این اساس تمرینات ماسه از جمله تمرینات پرشدت و پرتوانی است که به انرژی مصرفی بالاتری نسبت به دیگر سطوح نیاز دارد که این نوع فعالیت و تمرین علاوه‌بر فراهم کردن اصل اضافه‌بار، نقش مهمی در اجرای اصل ویژگی تمرینی دارد، چراکه بازیکنان دقیقاً مهارت‌ها و اصول و الگوهای حرکتی خاص والیبال را بر سطح ماسه با شدت بالاتری تقویت می‌کنند. همچنین با توجه به اردوهای بلندمدت بازیکنان حرفه‌ای و لزوم تغییر شرایط محل تمرینی، تمرینات ماسه می‌تواند راهکاری برای تنوع تمرینی در دوره‌های آماده‌سازی تیم‌ها باشد. بنابراین با توجه به اهمیت کنترل عوامل ایجاد آسیب عضلانی در عملکرد بازیکنان والیبال، و

1. creatine kinase
2. lactate dehydrogenase

بررسی سازگاری‌های ایجادشده از طریق تمرینات ماسه بر عوامل فیزیولوژیک بازیکنان والیبال، و با توجه به اینکه هنوز تحقیقی در مورد تأثیر درازمدت فعالیت روی ماسه بر روی فاکتورهای مختلف فیزیولوژیکی و آسیب عضلانی مخصوص به رشتهٔ والیبال انجام نگرفته بود، تحقیق حاضر طراحی شد و تأثیر شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال روی سطح ماسه و سالن بر لاکتات، کراتین‌کیناز و لاکتات دهیدروژناز بازیکنان را مقایسه کرد.

روش‌شناسی

آزمودنی‌های تحقیق: آزمودنی‌های تحقیق هجده بازیکن والیبال مرد دانشجو (با میانگین سنی ۳/۷±۲۳/۷ سال، قد ۷/۷±۱۸۰/۲ سانتی‌متر، و وزن ۱/۷۴±۷۵/۳۱ کیلوگرم) که دارای فعالیت منظم بودند، به‌صورت تصادفی در دو گروه نه‌نفره ماسه و سالن قرار گرفتند. پیش از شرکت آزمودنی‌ها در تحقیق، مراحل مختلف کار برای آنها به‌طور کامل شرح داده شد و پس از موافقت افراد، فرم اطلاعات فردی و پزشکی و فرم رضایت‌نامهٔ شرکت در اجرای تحقیق به آنها داده شد که پس از خواندن اطلاعات کامل در مورد طرح تحقیق، مراحل تمرین و خون‌گیری و خطرهای احتمالی، فرم رضایت‌نامه را امضا کردند. تمامی مراقبت‌های لازم در حین انجام فعالیت بدنی و همچنین در حین خون‌گیری به‌عمل آمد. آزمودنی‌های حاضر در تحقیق سابقهٔ بیماری‌های قلبی-عروقی، بیماری‌های خونی، اختلالات هورمونی و متابولیکی (فشارخون و دیابت) یا استفاده از داروی خاصی را نداشتند. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا برای حضور در جلسهٔ خون‌گیری ۴۸ ساعت پیش از آزمون، از هر گونه فعالیت بدنی خودداری ورزند. همچنین برای خون‌گیری از ساعت ۱۲ شب به بعد چیزی میل نکنند و در حالت ناشتا مراجعه کنند.

پروتکل اجرای تحقیق: آزمودنی‌های دو گروه در جلسهٔ پیش‌آزمون به‌صورت ناشتا به آزمایشگاه دعوت شدند و پس از استراحت (۱۵ دقیقه به‌صورت نشسته) یک نمونهٔ خونی به‌منظور اندازه‌گیری سطح لاکتات، کراتین‌کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) از آنها گرفته شد. پس از آن آزمودنی‌ها یک فعالیت حاد ورزشی روی تردمیل انجام دادند و بلافاصله پس از فعالیت نمونهٔ خونی دوم گرفته شد. پروتکل فعالیت حاد روی تردمیل براساس سیستم انرژی، شدت فعالیت، زمان فعالیت و استراحت در بازی والیبال طراحی شده بود. این پروتکل از سه دوره و هر دوره شامل پنج استارت ۱۵ ثانیه‌ای با شدتی معادل ۹۰%HRmax و با استراحت فعال ۳۰ ثانیه‌ای بین هر استارت با شدتی معادل ۵۰%HRmax و استراحت فعال ۱۲۰ ثانیه‌ای با شدت ۵۰%HRmax بین هر دوره بود. این

شدت‌ها در پس‌آزمون به‌صورت مطلق در نظر گرفته شد. مرحلهٔ پس‌آزمون پس از شش هفته تمرین روی سطح ماسه و سالن و پس از ۴۸ ساعت از آخرین تمرین مانند پیش‌آزمون انجام گرفت.

پروتکل شش‌هفته‌ای تمرین برای دو گروه کاملاً مشابه و شدت آن در تمامی مراحل بیشینه و با حداکثر توان بود. تمرینات طراحی‌شده به‌صورت تمرینات اختصاصی والیبال (بدون کار با توپ)، به‌صورت حرکات پرشی، انفجاری، سرعتی و چابکی (الگوی حرکات اسپک و دفاع) در ایستگاه‌های طراحی‌شده انجام گرفت. تمامی ایستگاه‌ها در طول شش هفته از لحاظ تعداد ثابت (۵ ایستگاه)، ولی نوع و شکل طراحی تمرینات هر دو هفته تغییر می‌کرد. میزان تکرار دوره‌ها در هر ایستگاه، در دو هفتهٔ اول ۳، دو هفتهٔ دوم ۴ و دو هفتهٔ آخر ۵ تکرار بود. زمان استراحت به‌صورت فعال و براساس الگوی زمان استراحت در حین مسابقات والیبال ۳۰ و ۶۰ ثانیه بین هر حرکت و در بین هر ایستگاه ۳ دقیقه در نظر گرفته شد. در هر جلسه ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی و تخصصی، ۳۰ تا ۴۵ دقیقه اجرای ایستگاه‌های پروتکل تمرینی و در آخر ۵ دقیقه ریکاوری انجام می‌گرفت. تمرینات در فصل بهار و در شرایط آب‌وهوایی معتدل (شهر تهران) انجام گرفتند.

نمونه‌گیری خونی و آنالیز: در دو نوبت پیش و پس از فعالیت حاد ۱۰ میلی‌لیتر خون در حالت نشسته روی صندلی از ورید آنتی‌کیوبیتال ناحیهٔ ساعد گرفته شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا شب قبل از خون‌گیری شام را ساعت هشت میل کنند و پس از آن تا دوازده شب فقط مجاز به مصرف آب بودند و از دوازده شب به بعد چیزی میل نکنند و در حالت ناشتا مراجعه کنند. به‌منظور تهیهٔ پلاسما و اندازه‌گیری لاکتات ۵ میلی‌لیتر خون داخل لوله‌های هپارینه ریخته و به‌آرامی مخلوط شدند و ۵ میلی‌لیتر باقی را برای تهیهٔ سرم داخل لوله‌های ساده ریخته و در دمای ۲ درجه نگهداری شد. سپس برای جدا کردن پلاسما و سرم، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. پلاسما و سرم جداشده در میکروتیوب الکیوت شده و در دمای ۷۵- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد تا بعداً میزان لاکتات، کراتین‌کیناز و لاکتات دهیدروژناز اندازه‌گیری شود. سطح لاکتات با استفاده از روش(Photometric ,BioAssay Systems) با استفاده از کیت (Eli Tech) کشور فرانسه با ضریب تغییرات ۵/۷ اندازه‌گیری شد. سطح LDH با روش فوتومتریک با استفاده از کیت پارس آزمون با ضریب تغییرات ۵ تعیین شد. سطح CK با روش فوتومتریک با استفاده از کیت پارس آزمون با ضریب تغییرات ۱ تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ تجزیه‌وتحلیل شدند. به‌منظور تعیین طبیعی بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد. برای مقایسهٔ داده‌ها و بررسی تأثیر تمرین بر متغیرهای تحقیق در پاسخ به فعالیت حاد از تحلیل واریانس مکرر با عامل بین‌گروهی و به‌منظور بررسی تأثیر تمرین بر سطوح استراحتی پارامترهای خونی از t-test مستقل استفاده شد. سطح معناداری برای تمام تحلیل‌های آماری P<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج سطوح استراحتی لاکتات نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه ماسه و سالن وجود ندارد (P=۰/۴۲۴)، اما نتایج نشان داد که تمرین روی ماسه موجب کاهش معنادار میزان لاکتات پس از فعالیت در مقایسه با گروه سالن شد (P < ۰/۰۵). نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین سطوح کراتین کیناز استراحتی (P =۰/۸۱۸) و پس از فعالیت حاد (P = ۰/۲۴۱) بین گروه ماسه و سالن وجود ندارد. همچنین نتایج لاکتات دهیدروژناز سطوح استراحتی و پس از فعالیت حاد نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه ماسه و سالن وجود ندارد (P>۰/۰۵).

جدول ۱. نتایج (میانگین ± انحراف معیار) متغیرهای تحقیق

گروه / فاکتور	گروه ماسه			گروه سالن			مقدار p (مقایسهٔ بین‌گروهی)
	پیش از تمرین	پس از تمرین	مقدار p	پیش از تمرین	پس از تمرین	مقدار P	
لاکتات سطوح استراحتی (mg/dl)	۱۴/۸۲ ± ۲/۹۲	۷/۵۵ ± ۰/۳۳	P = ۰/۰۴۷	۱۲/۲۳ ± ۲/۴۷	۸/۱۲ ± ۰/۶۱	P = ۰/۱۰۹	P =۰/۴۲۴
لاکتات پس از فعالیت (mg/dl)	۹۸/۹۵ ± ۸/۷۷	۱۹/۳۳ ± ۱/۲	P < ۰/۰۵	۴۸/۶۰ ± ۵/۲۷	۱۲/۳۳ ± ۰/۷۴	P < ۰/۰۵	P < ۰/۰۵
کراتین‌کیناز سطوح استراحتی (U/L)	۲۷۲/۷۵ ± ۶۳/۰۷	۱۷۴/۰۰ ± ۲۴/۹۸	P = ۰/۱۹۲	۲۴۵/۲۵ ± ۴۵/۵	۱۵۶/۴ ± ۱۶/۴۹	P = ۰/۱۴۰	P =۰/۸۱۸
کراتین‌کیناز پس از فعالیت (U/L)	۹۸/۶۲ ± ۶۷/۸۶	۱۹۴/۱۲ ± ۲۳/۸۵	P = /۵۱۸	۲۷۰/۸۷ ± ۵۲/۹	۲۰۱/۴ ± ۳۱/۷۲	P = /۵۱۸	P =۰/۲۴۱
لاکتات دهیدروژناز سطوح استراحتی (U/L)	۴۴/۵۵ ± ۱۵/۴۸	۳۹۴/۷۷ ± ۱۶/۹۸	P = ۰/۰۱۳	۳۳۸/۷۷ ± ۱۸/۵	۳۵۶/۲۰ ± ۱۶/۸۶	P = ۰/۸۶۸	P =۰/۷۶۴
لاکتات دهیدروژناز پس از فعالیت (U/L)	۳۷۱/۸۸ ± ۱۶/۸۶	۴۷۳/۴۴ ± ۲۴/۹۲	P = ۰/۰۰۸	۳۷۰/۷۷ ± ۲۰/۴	۴۳۸/۴ ± ۱۹/۸۷	P = ۰/۰۰۸	P =۰/۸۱۶

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که به‌دنبال تمرین، تجمع لاکتات پس از فعالیت در گروه ماسه نسبت به گروه سالن کاهش یافت. همچنین مشاهده شد که سطوح استراحتی لاکتات در گروه ماسه کاهش معناداری داشته است. براساس تحقیقات گذشته که تفاوت انرژی مصرفی فعالیت روی ماسه و سطح سخت بررسی شد، لژیون و همکاران (۱۹۹۸) انرژی مصرفی پیاده‌روی روی ماسه را ۲/۷-۲/۱ برابر پیاده‌روی روی سطح سخت گزارش کردند که این مقدار در زمان دویدن ۱/۶ برابر است (۱۶). همچنین پینینگتون و داوسون (۲۰۰۱) انرژی مصرفی دویدن روی ماسه را ۱/۵ تا ۱/۶ برابر انرژی مصرفی دویدن روی سطح چمن دانست (۱۷). موراماتسو و همکاران (۲۰۰۴) نیز در گزارش خود انرژی مصرفی حداکثر پرش روی سطح ماسه را ۱/۲ برابر بیشتر از انرژی مصرفی پرش با همان ارتفاع در سطح سخت دانستند (۱۸). مورگان و پروسکی (۱۹۹۷) بیان می‌کنند که افزایش زمان تماس پا طی دویدن روی ماسه موجب کاهش انرژی پتانسیل الاستیکی و کاهش در کارایی کمپلکس تاندون - عضله می‌شود (۱۹). زامپارو و همکاران (۱۹۹۲) کاهش استفاده از انرژی الاستیکی را به‌علت از دست دادن انرژی به‌دلیل تأخیر لغزش و سُر خوردن پا در مرحلهٔ فشار گام‌برداری بیان می‌کند. در پریدن روی ماسه نیز مثل دویدن به‌منظور افزایش بهره‌وری و کارایی حرکات، انرژی الاستیکی تحلیل می‌رود که این موجب افزایش انرژی مصرفی می‌شود. بنابراین در هر پرش یا مراحل گام‌برداری، تغییرات انرژی الاستیکی، یکی از دلایل انرژی مصرفی بیشتر در سطح ماسه نسبت به سطح سخت است (۲۰) (حالت اول).

چنانکه گفته شد ارتفاع پرش در سطح ماسه پایین‌تر است. ناپایداری ماسه موجب کاهش نیروی تولیدی و توسعهٔ توان نسبت به فعالیت مشابه در سطح سخت می‌شود. گذشته از این واضح است که فاصلهٔ مرکز ثقل در فاز رانش و گام‌برداری در سطح سخت بیشتر است. بنابراین در سطح ماسه ورزشکاران حالت پایین‌تری را در وضعیت شروع حرکت دارند، اما در زمان خیز برداشتن و بلند شدن، نیروی بیشتری برای اجرا و کشش بیشتر حول مفصل ران برای نگهداری تعادل وجود دارد. ماسه شرایط سختی برای مچ پا فراهم می‌کند تا در جهت عمودی بدن فشار وارد کند (۱۸،۲۱). تحقیقات متعدد نشان داده‌اند که ارتفاع پرش روی ماسه در مقایسه با سطح سخت در تلاش برابر و یکسان، کمتر است که این میزان به اندازهٔ کاهش عملکردی ۱۴ درصد از ارتفاع پرش روی ماسه خود را نشان می‌دهد. دستیابی به ارتفاع پرش بالاتر در سطح سخت می‌تواند در نتیجهٔ تفاوت معنادار در توان خروجی بزرگ‌تر

در سطح سخت در فعالیت مشابه باشد، چراکه در سطح ماسه به‌سبب شرایط نامتعادل آن تنها میزانی از این بزرگی توان خروجی به‌کار گرفته می‌شود. فرمول ضربه در مفاهیم فیزیکی برابر است با $p = \frac{F}{t}$. می‌دانیم که زمان تماس پا با سطح در گروه ماسه بیشتر است. ناپایداری ماسه دلیلی است که چرا پنجهٔ پا در زمان فاز فشار به سمت پایین کشیده می‌شود. زمانی‌که نیرو از طریق عضلات به‌کار گرفته می‌شود، این ناپایداری یک عامل بازدارنده برای استفاده و به‌کارگیری سریع نیروست. کاهش نیرو همراه با افزایش زمان سطح تماس سبب کاهش محسوس در اثر ضربه می‌شود. حال هرچه اثر ضربه کاهش پیدا کند، موجب تأثیر در نمایان شدن حداکثر نیرو در تلاش برابر روی ماسه در مقایسه با سطح سخت می‌شود که برای جبران این تأخیر به افزایش انرژی و تلاش بیشتر در فعالیت مشابه در سطح سخت نیاز است (حالت دوم). دلیل دیگر کوچک‌تر بودن حداکثر نیرو، ممکن است کمتر بودن حداکثر نیروی منفی و مثبت روی محور افقی ($F_{x\text{-}pos}$ $F_{x\text{-}neg}$) بر سطح ماسه باشد که ممکن است بر تعادل بدن زمان پریدن روی سطح ماسه اثر بگذارد (۱۵).

پینینگتون در سال ۲۰۰۱ نشان داد که غلظت لاکتات فعالیت روی ماسه در مقایسه با سطح سخت و چمن بیشتر است. بنابراین با توجه به دو حالت ذکرشده مبنی بر افزایش نیرو از جنبه‌های مذکور روی سطح ماسه در فعالیت‌های مشابه با سطح سخت، منطقی است که بپذیریم فعالیت روی ماسه موجب افزایش غلظت لاکتات به نسبت سطح سالن شده و شش هفته تمرین به افزایش بیشتر تحمل لاکتات به‌هنگام فعالیت حاد در زمان پس‌آزمون منجر شود.

نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین میزان کراتین‌کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) دو گروه ماسه و سالن چه در سطوح استراحتی و چه پس از فعالیت حاد وجود ندارد. میاما و نوساکا (۲۰۰۴) گزارش کرده‌اند که بیشترین نیروی ایزومتریک[1] (MIF) ۲۴ ساعت پس از فعالیت روی ماسه و سطح سالن همچنان در سطح پایین‌تری نسبت به حالت پیش از فعالیت باقی ماند و بیان‌کنندهٔ این است که نه تنها خستگی بلکه آسیب عضلانی نیز مسئول این کاهش نیروست. در شرایط ماسه برگشت MIF به‌طور معناداری سریع‌تر بود، به‌طوری‌که پس از ۹۶ ساعت به‌طور کامل به سطح اولیه بازگشت، درحالی‌که در گروه سطح سخت میزان بازگشت کمتر بود (۱۴). این یافته‌ها و یافته‌های سایر تحقیقات نشان می‌دهند که مقدار آسیب عضلانی متعاقب تمرین روی سطح سخت بیشتر از سطح ماسه است

1. Maximum isometric force

(۱۴،۲۲،۲۳). در تحقیق میاما و نوساکا (۲۰۰۴) کوفتگی عضلانی محدود و میزان کمتر بودن کراتین‌کیناز (CK) پلاسمایی پس از فعالیت روی ماسه، نشان از این حقیقت است و مشخص شده است که کوفتگی مربوط به حرکت بازکنندهٔ زانوست (۸). افراد دو روز پس از تمریناتی که شامل دوره‌های کشش – انقباض توسط اندام تحتانی‌اند، احساس درد عضلانی شدیدی می‌کنند (۸،۹۹). هنگام فعالیت به‌خصوص پرش، نیروهایی در اندام تحتانی برای شتاب بخشیدن به مفصل ران، خم شدن زانو و دورسی فلکشن مچ پا انجام می‌گیرد. برای مقاومت در برابر ضربهٔ فرود، عضلهٔ بازکنندهٔ زانو یک عمل اکستنشن را برای جذب انرژی جنبشی انجام می‌دهد و به‌نظر می‌رسد که تکرار این عمل موجب کوفتگی عضلانی می‌شود. باید توجه داشت که مقدار اوج نیروی واکنش عمودی زمین پس از تمرین روی ماسه به میزان ۱/۳ بیشتر از شرایط سطح سخت است (۱۸،۲۴). به این دلیل که فعالیت برون‌گرای عضله نیازمند جذب شوک از راهی است که موجب باز شدن زانو شده و سبب می‌شود عضلات اندام تحتانی در فعالیت روی سطح سخت سخت‌تر کار کنند. طی تمرینات به‌خصوص تمرینات پرشی به‌نظر می‌رسد قسمت بزرگی از فعالیت ایسنتریک که روی سطح سخت انجام می‌گیرد، در نتیجه اوج نیروی عمودی واکنش زمین کمتر است و اغلب موجب آسیب عضلانی بیشتری در اندام تحتانی در زمان فعالیت‌های ایسنتریک می‌شود. طول عضله‌ای که اکستنشن را انجام می‌دهد نیز می‌تواند عامل مهمی باشد، زیرا اندازهٔ آسیب عضلانی در عضلات طویل‌تر بیشتر از عضلات کوتاه‌تر است. پس منطقی به‌نظر می‌رسد که عضلات اکستنسور زانو که فعالیت ایسنتریک را انجام می‌دهند، در زمان فعالیت روی سطح سخت نسبت به زمانی‌که روی ماسه فعالیت می‌کنند، طولانی‌تر است (۱۴). با توجه به نتایج گزارش‌شده آسیب عضلانی در فعالیت روی ماسه کمتر از فعالیت روی سطح سخت است.

عدم تغییر سطوح استراحتی و پاسخ به فعالیت حاد کراتین‌کیناز و لاکتات دهیدروژناز پس از شش هفته تمرین روی ماسه و سالن می‌تواند بر دو دلیل استوار باشد. اول اینکه فرض محقق این بود که شش هفته تمرین روی ماسه به‌دلیل ویژگی‌های شبه‌مقاومتی خود، علاوه‌بر بهبود فاکتورهای آمادگی جسمانی، با تحت فشار قرار دادن بازیکنان موجب سازگار شدن آنان در کاهش آسیب عضلانی به فعالیت حاد می‌شود. این نتیجه زمانی حاصل می‌شود که در هر جلسه فعالیت روی ماسه آسیب سلولی-عضلانی بیشتری در اثر افزایش بار مکانیکی ایجاد گردد. حال آنکه نتایج دیگر مطالعات نشان‌دهندهٔ کاهش آسیب سلولی-عضلانی پس از فعالیت روی سطح ماسه است.

دومین دلیل آنکه میزان افزایش سطوح کراتین‌کیناز و لاکتات دهیدروژناز بیشتر به‌دلیل آسیب‌های مکانیکی ناشی از فعالیت‌های برون‌گرا یا فشارهای مکانیکی ناشی از سطح محل اجرای فعالیت، حاصل می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که بیشترین میزان سرمی آنزیم‌ها در ورزش‌های طولانی‌مدت مثل دوی ماراتن که برخورد زیادی با سطح وجود دارد یا رویدادهای سه‌گانه با تمرینات تحمل وزن و فعالیت‌های با انقباضات ایسنتریک مثل دویدن در سراشیبی دیده شده است (۸،۹). حال آنکه به‌طور کلی پذیرفته شده است که ماسه در جذب شوک، و فشار به بافت نرم و استخوان اندام تحتانی، طی تمرینات نقش مؤثری بازی می‌کند که میزان آن بالاتر از سطح سخت است. بنابراین افزایش مجدد غلظت این دو آنزیم ممکن است به‌دلیل انجام فعالیت ورزشی پس‌آزمون که روی سطح سخت (تردمیل) انجام گرفت، باشد. بنابراین عدم کاهش این دو آنزیم در شش هفته تمرین روی ماسه به‌نظر منطقی می‌رسد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که شش هفته تمرین اختصاصی والیبال روی سطح ماسه، موجب کاهش تجمع لاکتات پس از فعالیت می‌شود. سازگاری به تمرین در سطح ماسه تأثیری در کاهش آسیب سلولی چه در سطوح استراحتی و چه در پاسخ به فعالیت حاد نداشته است، اما با استناد به مزایای این روش مبنی بر کاهش میزان آسیب‌دیدگی و فشارهای وارده بر ساختارهای اسکلتی- عضلانی در حین تمرین روی سطوح ماسه، و با توجه به دارا بودن اصول تمرینی این سطح، پیشنهاد می‌شود بخشی از تمرینات آمادگی جسمانی والیبال در فصل آماده‌سازی به‌جای سطح سخت روی ماسه انجام گیرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ

1. Foss, M.L., S.J. Keteyian, and E.L. Fox, Fox's physiological basis for exercise and sport. 1998: WCB/McGraw-Hill Boston.
2. Lidor, R. and G. Ziv, Physical characteristics and physiological attributes of adolescent volleyball players-a review. Ped Exerc Sci, 2010. 22: p. 114-134.
3.. Ferretti, A. and P. Zeppill, Volleyball: description, injuries, physiology, training. Department of Orthopedic Surgery, University La Sapienza,

Rome & Department of Sports Medicine, Catholic University Sacro Cuore, Rome, 200.

4. Bompa, T.O. and G. Haff, Periodization: Theory and methodology of training. 2009: Human Kinetics.
5. Costill, D.L., J.H. Wilmore, and W.L. Kenney, Physiology of sport and exercise. Physiology Of Sport And Exercise-9780736094092-66, 78, 2012.
6.. Kasabalis, A., H. Douda, and S.P. Tokmakidis, Relationship between anaerobic power and jumping of selected male volleyball players of different ages S 1. Perceptual and motor skills, 2005. 100(3): p. 607-614.

۷. شوندی نادر، فیزیولوژی والیبال. کمیته ملی المپیک, ۱۳۸۵.

8. Brancaccio, P., N. Maffulli, and F.M. Limongelli, Creatine kinase monitoring in sport medicine. British Medical Bulletin, 2007. 81(1): p. 209-230.
9. Brancaccio, P., F. Limongelli, and N. Maffulli, Monitoring of serum enzymes in sport. British journal of sports medicine, 2006. 40(2): p. 96-97.
10 Salomons, G.S. and M. Wyss, Creatine and creatine kinase in health and disease. Vol. 46. 2007: Springer.
11. Riggs, M.P. and J.M. Sheppard, The relative importance of strength and power qualities to vertical jump height of elite beach volleyball players during the counter-movement and squat jump. 2009.
12.. Lehnert, M., I. Lamrová, and M. Elfmark, Changes in speed and strength in female volleyball players during and after a plyometric training program. Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica, 2009. 39(1): p. 59-66.
13.. ELIF, O., et al., the effects of 4 month volleyball Training on Felexiblity, jump, speed, and agility in preadolescent girls.
14. Miyama, M. and K. NOSAKA, Influence of surface on muscle damage and soreness induced by consecutive drop jumps. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2004. 18(2): p. 206-211.
15. Giatsis, G., et al., Volleyball. Sports Biomechanics, 2004. 3(1): p. 145-158.

16.Lejeune, T., P. Willems, and N. Heglund, Mechanics and energetics of human locomotion on sand. Journal of Experimental Biology, 1998. 201(13): p. 2071-2080.

17.Pinnington, H. and B. Dawson, Running economy of elite surf iron men and male runners, on soft dry beach sand and grass. European journal of applied physiology, 2001. 86(1): p. 62-70.

18.. Muramatsu, S., et al., Energy expenditure in maximal jumps on sand. Journal of Physiological Anthropology, 2006. 25(1): p. 59-61.

19.Morgan, D. and U. Proske, Factors contributing to energy storage during the stretch-shortening cycle. Journal of Applied Biomechanics, 1997. 13: p. 464-465.

20.Zamparo, P., et al., The energy cost of walking or running on sand. European journal of applied physiology and occupational physiology, 1992. 65(2): p. 183-187.

21.Tilp, M., H. Wagner, and E. Müller, Differences in 3D kinematics between volleyball and beach volleyball spike movements. Sports Biomechanics, 2008. 7(3): p. 386-397.

۲۲. یزدانی و کارگرفرد، تأثیر یک مسابقهٔ فوتبال ساحلی بر تغییرات سرمی لاکتات، لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز در بازیکنان نخبهٔ مرد فوتبال ساحلی پایان نامه، ۱۳۸۹.

23.Sekarbabu, K., G. Ravindran, and S. Krishnaswamy, Effect of Different Environmental Volleyball Practice on Selected Biochemical and Hematological Variables. Recent Research in Science and Technology, 2011.

24.Pinnington, H.C., et al., Kinematic and electromyography analysis of submaximal differences running on a firm surface compared with soft, dry sand. European journal of applied physiology: , 2005(242-253).