پژوهش‌نامهٔ فیزیولوژی ورزشی کاربردی **مقاله پژوهشی**
سال هفدهم/ شماره سی و چهارم/پاییز و زمستان ۱۴۰۰

دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۹ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۰ ص ص: ۷۸-۶۱

مقایسه تاثیر تمرینات اختصاصی والیبال روی سطوح تمرینی مختلف بر لاکتات خون و کوفتگی عضلانی متعاقب یک جلسه فعالیت ورزشی حاد در پسران والیبالیست

سعید ایل بیگی[۱]، مرضیه ثاقب جو[۲]، علیرضا مرشدی[۳]

چکیده

زمینه و هدف: هدف از مطالعه حاضر، بررسی تاثیر شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال روی سطوح تمرینی مختلف بر لاکتات خون و کوفتگی عضلانی متعاقب یک جلسه فعالیت ورزشی حاد در پسران والیبالیست بود.

مواد و روش‌ها: سی و شش پسر والیبالیست (میانگین سنی، ۰/۸۲ ± ۱۶/۱۱ سال ؛ قد، ۴/۸۵ ± ۱۷۴ سانتی‌متر) به صورت تصادفی در سه گروه۱۲ نفری تمرینی بتن، کفپوش و ماسه قرار گرفتند. در مرحله پیش آزمون لاکتات خون با دستگاه لاکتومتر، قبل و بلافاصله فعالیت ورزشی حاد (۱۰ × ۱۰ پرش عمودی با یک دقیقه استراحت بین هر نوبت) و میزان کوفتگی عضلات بازکننده زانو بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از انجام یک جلسه فعالیت حاد با مقیاس آنالوگ بصری (VAS) اندازه‌گیری شد. بعد از شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال روی سطوح تمرینی بتن، کفپوش و ماسه مرحله پس آزمون همانند مرحله پیش آزمون اجرا شد. داده‌های جمع آوری شده با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس دو طرفه با اندازه‌گیری مکرر، تحلیل واریانس یک طرفه، تعقیبی بونفرونی و توکی با سطح معنی-داری $P < ۰/۰۵$ تحلیل شدند.

نتایج: نتایج نشان داد که شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال باعث کاهش معنی‌دار سطح استراحتی لاکتات در گروه‌های تمرینی کفپوش و ماسه در مقایسه با گروه بتن و هم چنین گروه ماسه در مقایسه با کفپوش شد (P = ۰/۰۱). سطح لاکتات دو گروه ماسه و کفپوش در مقایسه با بتن در پاسخ به دومین فعالیت حاد کاهش معنی‌داری داشت (P = ۰/۰۱)، اما بین کاهش لاکتات گروه ماسه و کفپوش تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P = ۰/۸۷). در میزان کوفتگی عضلانی بلافاصله و ۴۸ ساعت پس از یک جلسه فعالیت ورزشی حاد در بین سه گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P = ۰/۴۵)، ولی در میزان کوفتگی عضلانی ۲۴ ساعت پس از یک جلسه فعالیت ورزشی حاد، بین گروه بتن و ماسه کاهش معنی‌داری مشاهده شد (P = ۰/۰۱)، اما بین گروه بتن و کفپوش (P = ۰/۰۶) و کفپوش و ماسه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال بر روی سطوح ماسه و کفپوش در مقایسه با سطح بتن باعث کاهش لاکتات ولی تمرین در سطح ماسه باعث کوفتگی عضلانی کمتری نسبت به سطوح کفپوش و بتن در پاسخ به یک جلسه فعالیت حاد در بازیکنان والیبال شد.

واژه‌های کلیدی: سطوح تمرینی، لاکتات، کوفتگی عضلانی، والیبال

[۱] دانشیار بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.نویسنده مسئول silbeigi@birjand.ac.ir
[۲] استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
[۳] کارشناس ارشد علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

مقدمه

پیشرفت و بهبود رکوردها، تکنیک‌ها و تاکتیک‌های ورزشی در یک صد سال گذشته نشانه بسط و گسترش زیر بنای علمی و دانش کاربردی محققان، مربیان و معلمان تربیت بدنی است که به نحوی در طراحی و اجرای برنامه‌های تمرینی قهرمانان نقش ویژه‌ای داشته‌اند. افزایش تقاضا در تحقیقات علمی برای دستیابی به روشی موثر و کم هزینه در آماده سازی ورزشکاران برای شرکت در بسیاری از رقابت‌های ورزشی وجود دارد (Martyn J Binnie et al., 2013). تفاوت‌های فیزیولوژیکی و بیومکانیکی مرتبط با انجام تمرینات ورزشی بر روی سطوح شن و ماسه در مقایسه با سطوح سفت و مرسوم برای انجام تمرینات ورزشی وجود دارد (Hugh C. Pinnington et al., 2005). کیفیت جذب بالا در شن و ماسه باعث کاهش نیروهای تاثیرگذار در حین انجام فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا می‌شود که به طور بالقوه منجر به کاهش آسیب و درد عضلات همراه با کاهش بسیار کمی در ظرفیت عملکرد ورزشکاران خواهد شد (Impellizzeri et al., 2008). انجام تمرینات ورزشی بر روی سطوح نرم در مقایسه با سطوح سفت، خستگی کمتری را می تواندر یک روز پس از تمرین همراه داشته باشد. بنابراین ماسه این پتانسیل را دارد که نه تنها به عنوان یک محرک تمرینی منحصر به فرد برای ورزشکاران تیم‌های ورزشی تبدیل شود بلکه این سطح می‌تواند یک گزینه قابل دوام در بهبود و توانبخشی بعد از هر جلسه تمرینی باشد(Martyn J Binnie et al., 2013). علاوه بر انتخاب سطوح تمرینی مناسب در آماده سازی موثر برای ورزشکاران، تعیین برنامه مناسب تمرینی برای این افراد از اهمیت ویژه-ای برخوردار است. بروز خستگی هنگام اجرای فعالیت‌های ورزشی، یکی از مانع‌های مهم اجرای مطلوب وموفقیت آمیز فعالیت‌های ورزشی به شمار می‌رود. از این رو، تحقیقات بسیاری به منظور شناخت عامل‌های متفاوت بروز خستگی و تدبیرهای عملی به تعویق انداختن آن انجام گرفته‌اند. البته با توجه به نوع فعالیت ورزشی، یک یا تعدادی از این عامل‌ها در ایجاد خستگی نقش بارزتری دارند. برای مثال، درفعالیت‌های استقامتی، تخلیه ذخیره های گلیکوژنی نقش بیشتری در واماندگی دارند و در فعالیت‌های سرعتی که سرعت تأمین اکسیژن با سرعت تجزیه گلیکوژن هماهنگ نیستند و در نتیجه کسر اکسیژن به وجود می‌آید، تجمع اسید لاکتیک باعث بروز خستگی و واماندگی می‌شود. بنابراین پاسخ اسید لاکتیک به فعالیت‌های ورزشی سنگین وسریع، مشهود است (Bishop & Martino, 1993; Sanadgol, 1993; Voltman, 2004; Yansen, 2007) . نیلسن و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی علل و نوع آسیب دیدگی دانش آموزان دبیرستانی اعلام کردند که نوع کفش ورزشی و سطوح نامناسب زمین‌های ورزشی از مهم‌ترین عوامل بیرونی آسیب دیدگی دانش‌آموزان هستند (Nielsen et al., 2014). یافته‌های مورفی و همکاران (۲۰۰۲) همهٔ مؤید این است که با توجه به اینکه درصد بسیار زیادی از فضای ورزشی حیاط مدارس، بتن و آسفالت است و در بیشتر مناطق بازی والیبال، فوتبال، هندبال و بسکتبال در حیاط مدارس و بر روی بتن و آسفالت انجام می‌گیرد، می‌توان گفت که این مسئله یکی از مهم‌ترین علت مصدومیت دانش آموزان در کلاس ورزش محسوب می‌شود (Murphy et al., 2003) .

شاخص لاکتات خون یکی از بارزترین شاخص سنجش فرآیندهای متابولیکی بی‌هوازی است و در سطح کاربردی، مربیان فراوانی وجود دارند که با استفاده از همین شاخص، کمیت و کیفیت برنامه‌های تمرینی خود را ارزیابی می‌کنند (Voltman, 2004) . در خلال فعالیت شدید، بازسازی ATP از طریق تنفس سلولی باید

به وسیله هیدرولیز کراتین فسفات و نیز به وسیله گلیکولیز تکمیل شود که موجب افزایش تولید لاکتات خون می‌شود و با توسعه اسیدوز مرتبط است (Robergs RA & Roberts S, 2010). از جمله موانع اصلی اجرای مطلوب و موفقیت آمیز فعالیت‌های ورزشی، خستگی و واماندگی است. متخصصان بسته به نوع فعالیت دلایل متفاوتی را برای بروز خستگی ذکر می‌نمایند. اما در فعالیت‌های شدید غیر هوازی بروز خستگی به احتمال زیاد ناشی از تجمع فرآیندهای متابولیکی مانند لاکتات و H^+ در درون عضلات است (Johansen & Painter, 2014). تمرینات پرشی با ترس از آسیب‌دیدگی و کوفتگی عضلانی که به دلیل نوع انقباض تمرینات و نیروی عکس العمل زمین به وجود می‌آید، همراه شده است. بیشتر آسیب‌های ناحیه کمر و مینیسک زانو، التهاب تاندون کشکک، کشیدگی تاندون آشیل، کشیدگی فاشیای کف (Planter Fascia) پایی، شکستگی فشاری مهره‌ها و التهاب مفاصل که به دلیل حرکات بالستیک (Ballistic) پشت سر هم تمرینات پلایومتریک است، مشاهده شده‌اند. تمرینات پلایومتریک توانایی اعمال نیروی عکس العمل زمی حدود ۴ تا ۷ برابر وزن بدن را دارا می‌باشد که کاهش این اثرات و پیشگیری از آنها ضروری به نظر می‌رسد (Witzke & Snow, 2000).

نتایج تحقیق بنی و همکارانش (ب۲۰۱۳) نشان داد که انرژی مصرفی بی‌هوازی در یک حجم کاری معین در سطوح شن و ماسه نسبت به سطوح سخت بالاتر خواهد بود که این میزان به طور قابل توجهی با تجمع لاکتات خون مرتبط می‌باشد. لاکتات بیشتر در طول تمرینات بر روی سطوح شن و ماسه ممکن است عاملی برای بهبود عملکرد بی‌هوازی نسبت به تمرین بر سطوح سفت و سخت باشد(Martyn J. Binnie et al., 2013). از دیگر ویژگی‌های منحصر به فرد ورزش بر روی شن و ماسه علاوه بر انرژی مصرفی بالاتر، اثر ضربه کمتر از سطح شن و ماسه نسبت به سطوح سخت می‌باشد (Barrett et al., 1998). همچنین نتایج نشان می‌دهد که تاثیر نیروی کم در تمرینات بر روی شن و ماسه باعث آسیب عضلانی کمتر، کاهش درد و اثرات منفی جانبی آن و ظرفیت عملکرد بالاتر در جلسه تمرینی بعد شود. همچنین، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد، این مزایا می‌تواند باعث بازیابی پایدار بیشتر بعد یک دوره تمرین طولانی مدت با کوفتگی عضلانی پایین تری در سطوح شن و ماسه در مقایسه با سطوح چمن ایجاد شود (Barrett et al., 1998; Impellizzeri et al., 2008; Miyama & Nosaka, 2004).

از دیدگاه فیزیولوژیکی، والیبال ورزشی انفجاری با سیستم غیرهوازی غالب در حین فعالیت معرفی شده است. به طور کلی با توجه به شدت و توان مورد نیاز، دستگاه فسفاژن و اسید لاکتیک در مقایسه با سیستم هوازی، غالب است (Bompa & Buzzichelli, 2019). از طرفی توان بی‌هوازی که به طور عمده بر تأمین انرژی از طریق سیستم فسفاژن و سیستم اسید لاکتیک متکی است، نقش عمده و تعیین کننده‌ای در اجرای مهارت‌ها دارد (Kasabalis et al., 2005). طولانی شدن رالی‌های والیبال موجب می‌شود که فرایند سوخت و ساز بی-هوازی 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 (Costill et al., 2012). تمرین در سطوح مختلف امروزه نظر محققان زیادی را جلب کرده، که سطوح ماسه یکی از بهترین سطوح قابل دوام برای این‌گونه تمرینات به شمار می‌آید. با توجه به پژوهش‌های انجام گرفته محققان به این نتیجه رسیدند

که سطوح شن و ماسه نسبت به سطوح سفت از نظر آسیب‌های عضلانی، آسیب کمتری را متحمل می‌کنند (Martyn J. Binnie et al., 2013). همچنین، استفاده از سطح ماسه به جای زمین سفت می‌تواند همراه با افزایش شدت تمرین اسیب کمتری را به فرد در هنگام تمرین وارد نماید (Richie et al., 1993). از آنجایی که تمرینات اختصاصی والیبال با در نظر گرفتن شدت و سرعت بالایی که دارند نیاز به سطحی از زمین دارند که کمترین آسیب دیدگی و بهترین نتیجه و نیز بهترین عملکرد ریکاوری بعد از تمرین را داشته باشد، به نظر می‌رسد سطوح ماسه به علت خاصیت جذب ضربه، باعث مصرف انرژی بیشتر در مقایسه با سطوح دیگر می-شود، از این رو هدف محقق، در این تحقیق بررسی تاثیر تمرینات اختصاصی والیبال روی سطوح مختلف تمرینی (بتن، کفپوش و ماسه) بر شاخص‌های لاکتات خون و کوفتگی عضلانی متعاقب یک جلسه فعالیت ورزشی حاد در پسران والیبالیست است.

روش‌شناسی تحقیق

پس از اعلام فراخوان در مدارس متوسطه گناباد، از بین دانش آموزان واجد شرایط، ۳۶ بازیکن والیبال پسر با (میانگین سنی، ۰/۸۲ ± ۱۶/۱۱ سال ؛ قد، ۴/۸۵ ± ۱۷۴ سانتی‌متر؛ وزن، ۴/۲۵ ± ۶۵/۵۴ کیلوگرم) انتخاب شدند. انتخاب آزمودنی‌ها بر اساس آشنایی با مهارت‌های پایه والیبال و هم چنین توانایی اجرای تمرینات اختصاصی والیبال به نحو مطلوب بود. پس از تکمیل برگه رضایت‌نامه توسط والدین دانش آموزان، اطلاعات مربوط به سلامتی آزمودنی‌ها توسط پرسشنامه سلامت آزمودنی‌ها پر شد. پس از خواندن اطلاعات کامل در مورد طرح تحقیق، مراحل تمرین، آزمونها و خون‌گیری ، فرم رضایت‌نامه را آزمودنی و ولی قانونی آزمودنی امضاء نمودند .کسانی که برای اجرای تحقیق، شرایط جسمانی پزشکی نامطلوب (سابقه بیماری قلبی–عروقی، بیماری-های ریوی، بیمای‌های خونی، اختلالات هورمونی و متابولیکی مانند فشار خون و دیابت یا مصرف داروی خاص)داشتند از تحقیق کنار گذاشته شدند. آزمودنی‌ها در یک جلسه با مراحل کار آشنا شدند. قد آزمودنی‌ها توسط قد سنج دیواری و وزن آزمودنی‌ها با ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۱کیلوگرم) و میزان پرش عمودی با آزمون پرش عمودی سارجنت (Sargent jump) اندازه‌گیری شد. BMI از طریق فرمول مربوطه (وزن تقسیم بر قد به توان ۲) محاسبه شد (Kasabalis et al., 2005). سپس آزمودنی‌ها به طور تصادفی در سه گروه شامل تمرین روی بتن، کفپوش و ماسه (همگن شده بر اساس BMI و رکورد پرش عمودی) قرار گرفتند (جدول ۱).لازم به ذکر است ۲۴ ساعت قبل از انجام پروتکل تحقیق، آزمودنی‌ها از شرکت در هر گونه فعالیت ورزشی شدید منع شدند و هیچ گونه دارو یا رژیم غذایی خاص نیز استفاده نکردند (Nazari et al., 2015). نمونه لاکتات خون آزمودنی‌ها با استفاده از لاکتومتر مدل اسکات (Scott) آلمان با حساسیت ۰/۰۲ mmol/L و دامنه سنجش ۲۵–۰/۵ mmol/L از نمونه خون انگشت سبابه دست، قبل از انجام فعالیت ورزشی حاد اندازه-گیری شد. سپس، هر یک از آزمودنی‌ها فعالیت ورزشی حاد را اجرا کردند و بلافاصله پس از فعالیت، لاکتات خون دوم گرفته شد. هر یک از شرکت کنندگان میزان احساس درد درک شده ناشی از کوفتگی عضلات بازکننده زانو را با استفاده از مقیاس بصری درد آنالوگ (دارای درجهٔ بین صفر به معنا بدون درد و ۱۰ توصیف کنندهٔ بدترین حالت ممکن احساس شده درد) از آزمودنیها خواسته شد میزان درد موجود در پاها در مرحلهٔ زمانی بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از انجام فعالیت ورزشی حاد را با علامت گذاردن بر روی محور در حالت گذاشتن دست‌ها در

مفصل ران و چمباتمه زدن تا زاویه تقریبی ۹۰ درجه زانو نشان دادند (Arazi et al., 2016; Chatzinikolaou et al., 2010; Twist & Eston, 2005) مشخص کنند.

جدول ۱: ویژگی‌های فردی شرکت کنندگان در تحقیق (انحراف استاندارد ± میانگین)

گروه‌ها / متغیرها		تمرین روی بتن (تعداد=۱۲)	تمرین روی کفپوش (تعداد=۱۲)	تمرین روی ماسه (تعداد=۱۲)
سن (سال)		۰/۸۳±۱۶/۱۷	۰/۸۵±۱۶/۰۰	۰/۸۳±۱۶/۱۷
قد (سانتی متر)		۴/۵۵±۱۷۴/۱۷	۴/۷۸±۱۷۴/۴۲	۵/۵۷±۱۷۳/۴۲
وزن (کیلوگرم)	**پیش آزمون**	۶/۹۸±۶۰/۹۰	۷/۵۲±۶۰/۳۶	۸/۱۸±۵۹/۴۳
	پس آزمون	۷/۰۰±۶۰/۷۹	۷/۴۸±۶۰/۲۰	۸/۱۸±۵۹/۱۹
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	**پیش آزمون**	۱/۵۷±۲۰/۰۳	۱/۶۸±۱۹/۸۴	۱/۶۰±۱۹/۶۸
	پس آزمون	۱/۵۸±۱۹/۹۹	۱/۶۷±۱۹/۷۹	۱/۶۱±۱۹/۶۰

از مقیاس آنالوگ بصری (VAS) را بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از انجام فعالیت ورزشی حاد، با گذاشتن دست‌ها در مفصل ران و چمباتمه زدن تا زاویه تقریبی ۹۰ درجه زانو نشان دادند (Arazi et al., 2016; Chatzinikolaou et al., 2010; Twist & Eston, 2005). تمرینات اختصاصی والیبال ۴۸ ساعت بعد از جلسه آزمون شروع شد. مرحله پس آزمون بعد از شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال روی سطوح بتن، کفپوش، ماسه و پس از ۲۴ ساعت از آخرین جلسه تمرین، مانند مرحله پیش آزمون اجرا شد. آزمون فعالیت حاد از هر سه گروه در سطح کفپوش (سالن مسابقه) گرفته شد. همچنین، تمرینات اختصاصی والیبال در سطوحی که عمق ماسه ۲۰ سانتی‌متر، عمق بتن ۳ سانتی‌متر و تمرین در سالن با کفپوش‌های رایج انجام گرفت (Arazi et al., 2014).

پروتکل فعالیت ورزشی حاد: تمام شرکت کنندگان ۱۰ نوبت و در هر نوبت، ۱۰ تکرار پرش عمودی حداکثر با یک دقیقه استراحت بین هر نوبت انجام دادند. قبل از شروع تمرین، یک جهش عمودی حداکثر و علامت گذاری با پودر گچ توسط نوک انگشتان در بالاترین نقطه پرش انجام شد. به شرکت کنندگان برای انجام هر پرش با حداکثر تلاش برای رسیدن به ارتفاع هدف و همچنین جهت اتخاذ یک زاویه ۹۰ درجه مفصل زانو هنگام فرود آموزش داده شد (Arazi et al., 2016; Twist & Eston, 2005).

پروتکل تمرینی ۶ هفته ای تحقیق: تحقیق به گونه‌ای طراحی شد که در آن بازیکنان والیبال پروتکل تمرینی و رقابتی یکسانی را در شرایط مکانی و زمانی مشخص بر روی سطوح تمرینی مورد مطالعه اجرا کنند. برنامهٔ آموزشی والیبال طبق جدول ۲ به مدت شش هفته و در سه روز غیر متوالی در هفته و هر جلسه به مدت ۸۰ تا ۱۰۰ دقیقه در سه سطح تمرینی مورد نظر برگزار شد. برنامه هر جلسه بر اساس تمرینات اختصاصی ویژه والیبال که توسط تراجوکویچ و همکاران (Trajkovic et al., 2016) اقتباس شده بود، شامل گرم کردن، آموزش و مرور تکنیک‌های پنجه، ساعد، سرویس، اسپک، دفاع روی تور و دفاع در داخل زمین و تاکتیک‌ها در شرایط

متنوع و در انتهای کلاس، بازی برای به کار بردن تکنیک‌های تمرین بود. همچنین، لابه‌لای تمرینات تعدادی تمرینات آمادگی جسمانی والیبال به صورت تصادفی از قبیل دویدن سرعتی، دراز و نشست، تمرینات چابکی متنوع و کار با توپ مدسین بال انجام شد، حجم و شدت تمرینات بر اساس ضربان قلب حداکثر و با شدت بین ۶۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه با استفاده از (سن − ۲۲۰ = HRmax) بازیکنان کنترل شد. افراد مورد مطالعه در طول تمرینات از شرکت در سایر فعالیت ها منع شده بودند و فقط تمرینات اختصاصی مرتبط با والیبال در دستور کار قرار گرفت.

جدول ۲: برنامه آموزشی تمرینات والیبال

هدف: برنامه زمان‌بندی تمرینات والیبال	
جلسات ۱– ۱۸ (روزهای غیر متوالی)	
تمرینات	
گرم کردن	فعالیت عمومی + گرم کردن اختصاصی با توپ (۲۵ دقیقه)
آموزش، تمرینات تکنیکی	۲۰دقیقه تمرین که شامل حرکت با شدت کم و ترکیب تکنیک‌های والیبال بود. دو تمرین با فاصله دو دقیقه‌ای از هم اجرا شد.
تمرینات ۳ در مقابل ۳ تمرینات ۴ در مقابل ۴ ۶ در مقابل ۶ مبتنی بر بازی	بازی‌های کوچک (۳ در مقابل ۳ ، ۴ در مقابل ۴) که درآن زمین والیبال به دو زمین کوچکتر (۹ × ۴/۵متر) تقسیم شد. تمرینات رقابتی (۶ در مقابل ۶) با اکثر توپ‌های آزادی که توسط مربی به هر طرف پرتاب می‌شد. تیم‌ها بسته به امتیازات چرخش می‌کردند. پس از هر چرخش بازیکنان یک دقیقه استراحت کردند (۴۰ دقیقه).
کشش	۵ دقیقه کشش برای گروه‌های عضلاتی که به طور عمده در تمرینات درگیر بودند.

برای توصیف داده ها از روش‌های آمار توصیفی، بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون شاپیرو ویلک و آزمون لون(Levene’s test) نیز به منظور بررسی تجانس واریانس‌ها مورد استفاده قرارگرفت. از آزمون کرویت ماخلی (Mauchly’s test sphericity) برای بررسی پیش فرض تساوی واریانس‌ها و به علت عدم تساوی از آزمون گرینهوس گیزر(Greenhouse geyser tests) استفاده شد. از آزمون‌های آماری تحلیل واریانس دو طرفه و یک طرفه، و آزمون تعقیبی توکی جهت استخراج نتایج استفاده شد. کلیه آزمون‌های آماری توسط نرم افزار SPSS ۲۴ و Excel ۲۰۱۰ انجام شد و سطح معنی‌داری آزمون‌ها ۰/۰۵ > P در نظر گرفته شد.

یافته ها

نتایج آزمون تحلیل واریانس دو طرفه با اندازه‌گیری مکرر نشان می‌دهد که بین میانگین لاکتات در افراد سه گروه شرکت کننده در تحقیق در حداقل دو مرحله از مراحل مختلف اندازه‌گیری تفاوت معنی‌داری وجود دارد (۰/۰۱ = P). همچنین تفاوت معنی‌داری بین میانگین لاکتات افراد سه گروه شرکت کننده مشاهده شد (۰/۰۱ = P) و تعامل بین مراحل اندازه‌گیری و گروه نیز معنادار بود (F=۱۰۳/۲۸۹، P= ۰/۰۰۱).

برای تعیین این که تفاوت مربوط به کدامیک از دو مرحله از مراحل مختلف اندازه‌گیری در افراد سه گروه شرکت کننده در تحقیق معنی‌دار است، از آزمون تحلیل واریانس درون گروهی و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. همچنین برای مشخص کردن بهتر و ساده‌تر تاثیر مداخله‌های انجام شده بر این شاخص، از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه استفاده گردید (جدول ۳).

جدول ۳: تغییرات لاکتات(میانگین ± انحراف استاندارد**) در مراحل مختلف اندازه گیری**

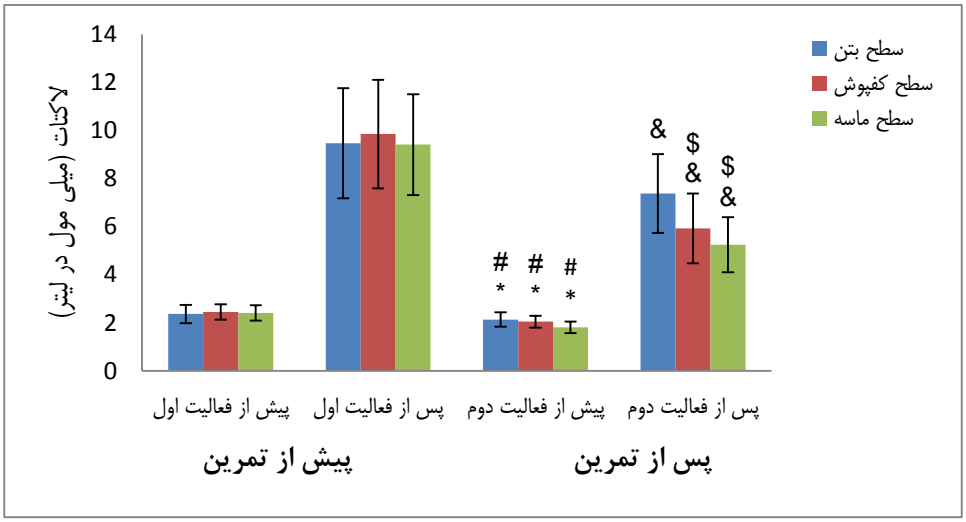
مرحله اندازه‌گیری	بتن	کفپوش	ماسه	P
مراحل ۲-۱	۷/۱۲ ± ۱/۹۳	۷/۴۱ ± ۱/۹۵	۷/۰۱ ± ۱/۷۹	۰/۸۷
مراحل ۳-۱	۰/۲۳ ± ۰/۰۹	۰/۴۰ ± ۰/۰۹	۰/۵۹ ± ۰/۱۰	۰/۰۱*
مراحل ۴-۳	۵/۲۴ ± ۱/۳۶	۳/۸۸ ± ۱/۲۰	۳/۴۳ ± ۰/۹۳	۰/۰۱*

*تفاوت معنی‌دار بین گروهی در سطح ۰/۰۵ >P. مرحله ۱: پیش از تمرین، پیش از فعالیت حاد اول؛ مرحله ۲: پیش از تمرین، پس از فعالیت حاد اول؛ مرحله ۳: پس از تمرین، پیش از فعالیت حاد دوم؛ مرحله ۴: پس از تمرین، پس از فعالیت حاد دوم.

همچنین نتایج نشان داد شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال تاثیر معنی‌داری در کاهش سطح استراحتی لاکتات، در هر سه گروه تمرینی (P = ۰/۰۱) داشت، همچنین تفاوت معنی‌داری در سطح استراحتی لاکتات بین سه گروه تمرینی (P = ۰/۰۱) مشاهده شد. در نتیجه، شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال بر روی سطوح ماسه و کفپوش در مقایسه با سطح بتن، همچنین سطح ماسه در مقایسه با سطح کفپوش باعث کاهش معنی‌دار سطح استراحتی لاکتات در پسران در هر سه گروه تمرینی والیبالیست شد (نمودار ۱).

شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال باعث کاهش معنی‌دار در مقدار لاکتات بین سه گروه تمرینی در پاسخ به دومین فعالیت حاد (P = ۰/۰۱) شد. تغییرات ایجاد شده در مقدار لاکتات گروه تمرین در بتن با گروه کفپوش (P = ۰/۰۲) و با گروه ماسه (P = ۰/۰۱) تفاوت معنی‌داری داشت، ولی تغییرات ایجاد شده در مقدار لاکتات گروه کفپوش و ماسه با یکدیگر تفاوت معنی‌دار نداشت. در مجموع، شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال بر روی سطوح ماسه و کفپوش در مقایسه با سطح بتن، باعث کاهش معنی‌دار پاسخ لاکتات پس از یک جلسه فعالیت ورزشی حاد در پسران والیبالیست شد (نمودار ۱).

در رابطه با کوفتگی عضلانی، نتایج آزمون تحلیل واریانس دو طرفه با اندازه‌گیری مکرر نشان می‌دهد که میانگین کوفتگی عضلانی در افراد سه گروه شرکت کننده در تحقیق در حداقل دو مرحله از مراحل مختلف اندازه‌گیری تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P = ۰/۰۱). همچنین تفاوت معنی‌داری بین میانگین کوفتگی عضلانی افراد سه گروه شرکت کننده در تحقیق مشاهده می‌شود (P = ۰/۰۱) و تعامل بین مراحل اندازه‌گیری و گروه نیز معنی‌دار است (F=۳/۶۹۶، P= ۰/۰۰۱).



نمودار ۱: میانگین لاکتات در مراحل مختلف اندازه‌گیری بین سه گروه تحقیق

* اختلاف معنی‌دار درون گروهی استراحتی با مرحله ۱، پیش از فعالیت حاد اول؛ # اختلاف معنی‌دار بین گروهی استراحتی با مرحله ۱، پیش از فعالیت حاد اول، & اختلاف معنی‌دار درون گروهی در پاسخ به مرحله ۳، پیش از فعالیت حاد دوم؛ $ اختلاف معنی‌دار با گروه بتن در پاسخ به مرحله ۳، پیش از فعالیت حاد دوم.

علاوه بر این، برای تعیین این که تفاوت مربوط به کدامیک از دو مرحله از مراحل مختلف اندازه‌گیری در افراد سه گروه شرکت کننده در تحقیق معنی‌دار می‌باشد، از آزمون تحلیل واریانس درون گروهی و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. همچنین برای مشخص کردن بهتر و ساده‌تر تاثیر مداخله‌های انجام شده بر این شاخص، از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه استفاده گردید (جدول ۴).

جدول ۴: تغییرات کوفتگی عضلانی (میانگین ± انحراف استاندارد) **در مراحل مختلف اندازه گیری**

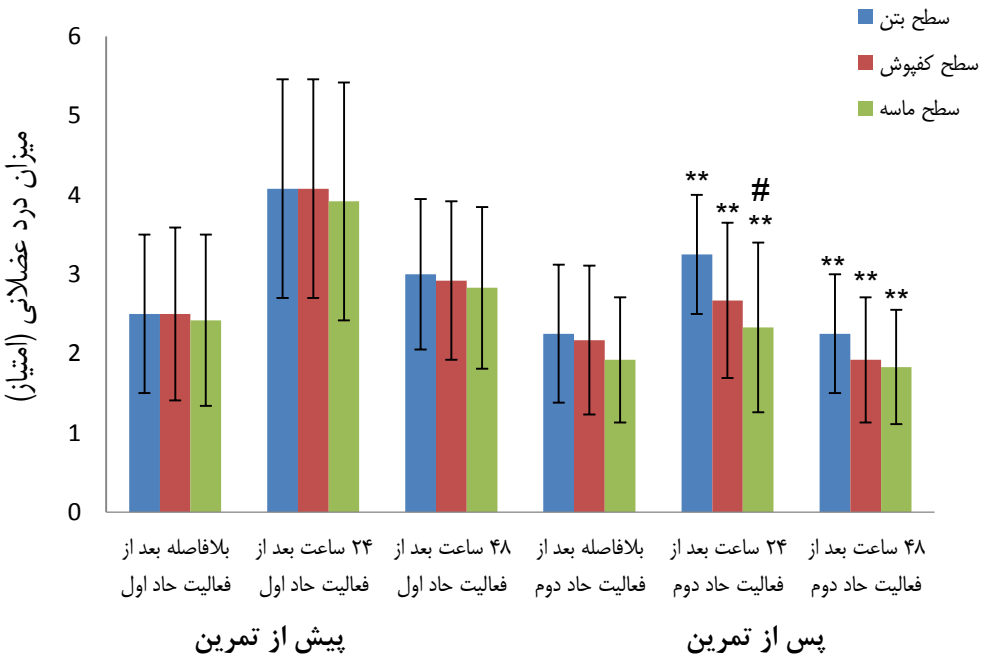
مرحله اندازه‌گیری	بتن	کفپوش	ماسه	P
مراحل ۴-۱	۰/۲۵ ± ۰/۴۵	۰/۳۳ ± ۰/۴۹	۰/۵۰ ± ۰/۵۲	۰/۴۵
مراحل ۵-۲	۰/۸۳ ± ۰/۷۲	۱/۴۲ ± ۰/۵۱	۱/۵۸ ± ۰/۵۱	۰/۰۱*
مراحل ۶-۳	۰/۷۵ ± ۰/۴۵	۱/۰۰ ± ۰/۷۴	۱/۰۰ ± ۰/۷۴	۰/۵۷

*تفاوت معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵. مرحله ۱: پیش از تمرین، بلافاصله پس از فعالیت حاد اول؛ مرحله ۲: پیش از تمرین، ۲۴ ساعت پس از فعالیت حاد اول؛ مرحله ۳: پیش از تمرین، ۴۸ ساعت پس از فعالیت حاد اول؛ مرحله ۴: پس از تمرین، بلافاصله پس از فعالیت حاد دوم؛ مرحله ۵: پس از تمرین، ۲۴ ساعت پس از فعالیت حاد دوم؛ مرحله ۶: پس از تمرین، ۴۸ ساعت پس از فعالیت حاد دوم.

همچنین نتایج نشان داد شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال بر میزان کوفتگی عضلانی بلافاصله پس از یک جلسه فعالیت ورزشی حاد در هر سه گروه تحقیق، بتن (P = ۰/۹)، کفپوش (P = ۰/۵)، ماسه (P = ۰/۱) و همچنین بین سه گروه تحقیق (P = ۰/۴) تاثیر معنی‌داری نداشت (نمودار ۲).

شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال باعث کاهش معنی‌دار میزان کوفتگی عضلانی ۲۴ ساعت پس از یک جلسه فعالیت ورزشی حاد در هر سه گروه تمرینی بتن (P = ۰/۰۳)، کفپوش (P = ۰/۰۱) و ماسه (P = ۰/۰۱) شد. همچنین کاهش معنی‌دار در میزان کوفتگی عضلانی پس از ۲۴ ساعت، بین سه گروه تحقیق (P = ۰/۰۱) مشاهده شد. در مجموع براساس نتایج، تغییرات ایجاد شده در کوفتگی عضلانی ۲۴ ساعت پس از یک جلسه فعالیت حاد، بین گروه تمرین در بتن با گروه ماسه (P = ۰/۰۱) تفاوت معنی‌داری وجود دارد، ولی بین گروه‌های بتن و کفپوش (P = ۰/۰۶) و کفپوش و ماسه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (نمودار ۲).

شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال باعث کاهش معنی‌دار در میزان کوفتگی عضلانی ۴۸ ساعت پس از یک جلسه فعالیت ورزشی حاد در هر سه گروه تمرینی بتن، کفپوش و ماسه (P = ۰/۰۱) شد. همچنین عدم تغییر معنی‌دار در میزان کوفتگی عضلانی ۴۸ ساعت پس از یک جلسه فعالیت ورزشی حاد بین سه گروه تحقیق (۰/۵۷ = P) مشاهده شد (نمودار ۲).



نمودار ۲: میانگین کوفتگی عضلانی بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از یک جلسه فعالیت ورزشی حاد

*اختلاف معنی‌دار درون گروهی ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت حاد؛ # اختلاف معنی‌دار با گروه تمرینی در سطح بتن ۲۴ ساعت پس از فعالیت حاد

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال بر روی سطوح ماسه و کفپوش در مقایسه با سطح بتن، همچنین سطح ماسه در مقایسه با سطح کفپوش باعث کاهش معنی‌دار سطح استراحتی لاکتات در پسران والیبالیست شد. اما تفاوت معنی‌دار در مقدار لاکتات بین سه گروه در پاسخ به دومین فعالیت حاد نشان می‌دهد که شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال بر روی سطوح ماسه و کفپوش در مقایسه با سطح بتن، باعث کاهش معنی‌دار پاسخ لاکتات پس از یک جلسه فعالیت ورزشی حاد در پسران والیبالیست گردیده است. مقایسه سطوح آموزشی سخت و مرسوم مانند چمن، با فعالیت در شن و ماسه که در تحقیقات قبلی بررسی شده است، نشان دادند که تمرین در شن وماسه، همراه با هزینه انرژی بالاتر و محرک‌های تمرینی کمتری است (Gaudino et al., 2013; Impellizzeri et al., 2008; Lejeune et al., 1998; H. C. Pinnington & Dawson, 2001; Zamparo et al., 1992). به ویژه، دویدن درشن و ماسه نیاز به ۱/۲ تا ۱/۶ برابر هزینه کل انرژی با همان سرعت در چمن دارد (Gaudino et al., 2013; Lejeune et al., 1998; H. C. Pinnington & Dawson, 2001; Zamparo et al., 1992). همچنین تمرین در شن و ماسه سطوح فعال سازی عضلانی را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد (Hugh C. Pinnington et al., 2005)، و باعث تولید و تجمع لاکتات (۲ تا ۳) برابر تمرین در چمن می‌شود (H. C. Pinnington & Dawson, 2001; Hugh C Pinnington & Dawson, 2001). لیژن و همکاران (۱۹۹۸) مصرف اکسیژن همراه با تجزیه و تحلیل تصویری به منظور تعیین کار مکانیکی و هزینه انرژی راه رفتن و دویدن بر روی شن و سطح چوبی را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که قدم زدن روی شن و ماسه نیاز به کار مکانیکی ۱/۶ تا ۲/۵ برابر بیشتر از قدم زدن با همان سرعت بر روی سطح چوبی دارد، در حالیکه در دویدن بر روی شن و ماسه نیاز به کار مکانیکی ۱/۱۵ برابر بیشتر از دویدن با همان سرعت در سطح چوبی می‌باشد(Lejeune et al., 1998) . در یک مطالعه گادینو و همکاران، (۲۰۱۳) گزارش داد که هزینه انرژی با حداکثر سرعت دویدن در شن و ماسه خشک و نرم ۳۰٪ بیشتر از مقادیر به دست آمده در هنگام برخورد با چمن یا چمن مصنوعی است (Gaudino et al., 2013). موراماتسو و همکاران (۲۰۰۶) 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 (Muramatsu et al., 2006). (میاما و نوساکا، ۲۰۰۴) میزان کوشش و تلاش، انرژی مصرفی و غلظت لاکتات خون بیشتری در هنگام دویدن بر روی ماسه نسبت به سطح سخت را در پاسخ به یک فعالیت مشابه گزارش کردند (Miyama & Nosaka, 2004). تحقیقات اثر سطوح شن و ماسه در برابر چمن که شامل سرعت‌های مختلف در طول دوره آموزشی (۶۰ دقیقه) است، نشان داد که هنگام استفاده از ماسه در برابر چمن به طور قابل توجهی ضربان قلب بالاتر از حد بود (شن و ماسه: ۱۷۲ ضربه در دقیقه؛ چمن: ۱۶۳ضربه در دقیقه) و تجمع لاکتات خون (شن و ماسه: ۱۰/۱ میلی مول در لیتر، چمن: ۶/۵ میلی مول در لیتر) در طول دوره تمرین بود (Martyn J. Binnie et al., 2013). نتایج مشابهی نیز برای یک جلسه تمرین شامل تمرینات با سرعت بالا و چابکی، و همچنین آموزش بازی‌های کوچک ضربان قلب را در (شن و ماسه: ۱۶۲ ضربه در دقیقه؛ چمن ۱۵۶ ضربان در دقیقه) نشان داد (Martyn John Binnie et al., 2014). نتایج تحقیق رخصتی و همکاران، (۱۳۹۴) نشان داد که به دنبال 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 معنی‌داری داشته است (Rokhsati et al., 2015). (پینینگتون و همکاران (الف۲۰۰۱) نشان داد که غلظت لاکتات فعالیت روی ماسه در مقایسه با سطح سخت و چمن بیشتر است (H. C. Pinnington & Dawson, 2001). مطالعه بنی و همکاران (ب۲۰۱۳) نشان داد انجام تمرین فصلی در سطح ماسه (در برابر چمن) می تواند منجر به پاسخ فیزیولوژیکی بیشتری بدون تاثیر در کاهش عملکرد استقامتی روز بعد شود. پاسخ-های تجمع لاکتات خون و ضربان قلب (تجمع لاکتات خون ۱/۶ برابر – ضربان قلب ۱/۱ برابر) به طور معنی-داری در طول جلسه تمرین بر روی ماسه در مقایسه با چمن بیشتر بود (Martyn J. Binnie et al., 2013). 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 (Morgan & Proske, 1997). زامپارو و همکاران (۱۹۹۲) کاهش استفاده از انرژی الاستیکی را به علت از دست دادن انرژی به دلیل تأخیر لغزش و سرُ خوردن پا در مرحلهٔ فشار گام برداری بیان می‌کند. در پریدن روی ماسه نیز مثل دویدن به منظور افزایش بهره وری و کارایی حرکات، انرژی الاستیکی تحلیل می‌رود که این موجب افزایش انرژی مصرفی می‌شود. بنابراین در هر پرش یا مراحل گام برداری، تغییرات انرژی الاستیکی، یکی از دلایل انرژی مصرفی بیشتر در سطح ماسه نسبت به سطح سخت است (Zamparo et al., 1992).

بنابراین با توجه به حالت‌های 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 کفپوش و بتن شده و شش هفته تمرین به بهبود بیشتر تحمل لاکتات به هنگام فعالیت حاد در زمان پس آزمون منجر شود. اما در مورد کوفتگی عضلانی یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال روی سطوح تمرینی (بتن، کفپوش، ماسه) بر میزان کوفتگی عضلانی بلافاصله پس از یک جلسه فعالیت ورزشی حاد، در افراد سه گروه تمرینی و همچنین بین سه گروه تمرینی تاثیر معنی‌داری ندارد. ولی بین تغییرات ایجاد شده در کوفتگی عضلانی ۲۴ ساعت پس از یک جلسه فعالیت حاد، نشان از کاهش معنی‌دار کوفتگی عضلانی در اثر تمرین در سطح ماسه در مقایسه با سطح بتن دارد. اما بین گروه‌های بتن و کفپوش، کفپوش و ماسه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. یافته‌های مطالعه در مورد تغییرات ایجاد شده در کوفتگی عضلانی ۴۸ ساعت پس از یک جلسه فعالیت حاد، نشان داد که، شش هفته تمرینات اختصاصی والیبال روی سطوح تمرینی (بتن، کفپوش، ماسه) بر کوفتگی عضلانی ۴۸ ساعت پس از یک جلسه فعالیت ورزشی حاد، در افراد سه گروه تمرینی، کاهش معنی‌داری دارد، ولی بین افراد سه گروه تمرینی کاهش معنی‌داری مشاهده نشد.

تحقیقات تایید کرده‌اند که تمرینات پلایومتریک به دلیل اینکه شامل تمرینات برون‌گرا هستند باعث کوفتگی عضلانی تاخیری می‌شوند (Chatzinikolaou et al., 2010; Tofas et al., 2008). همچنین محققان زیادی تلاش کرده‌اند که با به کارگیری روش‌های مختلف بتوانند از ایجاد کوفتگی عضلانی جلوگیری کرده یا ایجاد آن را به حداقل برسانند (Taheri et al., 2011). نتایج برون و همکاران (۲۰۱۷) نشان می-دهد که در پاسخ به تمرین با شدت هماهنگ، نشانگرهای آسیب عضلانی بعد از ورزش ممکن است با تمرین بر روی سطح زمین نرم‌تر کاهش یابد (Brown et al., 2017). یافته‌های امریندر و همکاران (۲۰۱۴) نشان می‌دهد که تمرینات کوتاه مدت بر روی سطح ماسه باعث افزایش مشابه در قدرت، استقامت، تعادل و چابکی در

مقایسه با سطح سخت، اما باعث کاهش درد عضلانی می‌شود (Amrinder et al., 2014). علاوه بر این، کیفیت بالای جذب نیروی شن و ماسه می‌تواند نیروهای ضربه‌ای که در اثر فعالیت شدید وارد می‌شود را کاهش دهد، علاوه بر کاهش کمتر در ظرفیت عملکرد، به طور بالقوه منجر به کاهش آسیب عضلات می‌شود (Impellizzeri et al., 2008; Miyama & Nosaka, 2004). امپلیزری و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که تمرین پرش بر روی شن و ماسه موجب کاهش درد عضلانی نسبت به پریدن روی یک سطح ثابت می‌شود (Impellizzeri et al., 2008). اراضی و همکاران (۲۰۱۶) تغییرات علائم آسیب عضلانی ناشی از ورزش در اثر تمرین پلایومتریک (پرش عمودی) در سطوح آب، ماسه و چوب را بررسی کرد و به این نتیجه رسید که تمرین پلایومتریک در محیط آبی و در سطح شن و ماسه موجب آسیب عضلانی کمتر نسبت به سطح سخت می‌شود. بنابراین تمرین در شرایط آبی و ماسه ممکن است برای بهبود عملکرد مفید باشد، در حالی که خطر آسیب عضلات و درد به طور همزمان کمتر است (Arazi et al., 2016). میاما و ناساکا (۲۰۰۴) گزارش کرده‌اند که بیشترین نیروی ایزومتریک ۲۴ ساعت پس از فعالیت روی ماسه و سطح سالن همچنان در سطح پایین‌تری نسبت به حالت پیش از فعالیت باقی ماند و بیان کننده این است که نه تنها خستگی بلکه آسیب عضلانی نیز مسئول این کاهش نیروست. در شرایط ماسه برگشت بیشترین نیروی ایزومتریک به طور معنی‌داری سریع‌تر بود، به طوری که پس از ۹۶ ساعت به طور کامل به سطح اولیه بازگشت، درحالی که در گروه سطح سخت میزان بازگشت کمتر بود (Miyama & Nosaka, 2004). یافته‌های سایر تحقیقات نشان می‌دهند که مقدار آسیب عضلانی متعاقب تمرین روی سطح سخت بیشتر از سطح ماسه است (Lahmian et al., 2014; Marcora & Bosio, 2007; Sekarbabu et al., 2011). قربانی لحمیان (۲۰۱۴) به بررسی و مقایسه تاثیر یک جلسه تمرین پلایومتریک بر روی سطوح ماسه‌ای، چمن و چوب بر میزان کوفتگی عضلانی تاخیری ورزشکاران جوان که به صورت تصادفی به سه گروه تمرین روی سطح ماسه‌ای، چمن و سطح کفپوش چوبی تقسیم شدند، پرداخت. تحقیق نشان داد که در میزان احساس درد عضلانی در زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت تنها بین گروه چوب و گروه ماسه تفاوت معنی‌دار دیده شد به طوری که گروه چوب میزان درد بیشتری را گزارش کردند (Lahmian et al., 2014). اراضی و همکاران (۲۰۱۶) تحقیقی با عنوان، مقایسه تغییرات علایم آسیب عضلانی ناشی از یک جلسه تمرین پلایومتریک در سه سطح آب، چوب و ماسه که با شرکت ۲۴ ورزشکار مرد انجام داد. نشانگرهای غیر مستقیم آسیب عضلانی آسیب (فعالیت کراتین کیناز پلاسما، دامنه حرکت، قدرت ایزومتریک، درد عضلانی، پرش عمودی و سرعت دویدن) قبل، بلافاصله، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از اجرای پروتکل پلایومتریک مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تمرین پلایومتریک در محیط آبی و در سطح ماسه موجب آسیب عضلانی کمتر نسبت به سطح سخت می‌شود. بنابراین تمرین در شرایط آبی و ماسه ممکن است برای بهبود عملکرد مفید باشد، در حالی که خطر آسیب عضلات و درد به طور همزمان کمتر است (Arazi et al., 2016). هنگام فعالیت به خصوص 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 به نظر 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 (Muramatsu et al., 2006; Hugh C.

(Pinnington et al., 2005. 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 به خصوص تمرینات پرشی به نظر می‌رسد قسمت بزرگی از فعالیت اکسنتریک 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 اکسنتریک 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 به نظر می‌رسد که عضلات اکستنسور زانو که فعالیت اکسنتریک را انجام می‌دهند، در زمان فعالیت روی سطح سخت نسبت به زمانی که روی ماسه فعالیت می‌کنند، طولانی‌تر است (Miyama & Nosaka, 2004).

با توجه به نتایج گزارش شده در تحقیق حاضر مشاهده شد که هر چه جنس سطح تمرین نرم‌تر باشد میزان آسیب و کوفتگی عضلانی تاخیری کمتر خواهد بود. از جمله محدودیت‌های مطالعه ی حاضر، فقدان گروه کنترل، عدم دسترسی به حجم نمونه‌ی بزرگتر و عدم توانایی اندازه‌گیری آنزیم‌هایی نظیر کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز بود. بنابراین توصیه می‌شود که در مطالعات آینده، اجرا گردد تا بتوان به نتایج دقیق‌تری دست یافت. اما در مجموع، بر اساس نتایج مطالعه ی حاضر به نظر می‌رسد، به منظور دسترسی به عملکرد بهتر بازیکنان والیبال و با توجه به اینکه جنس سطح تمرینی می‌تواند در کاهش سطح لاکتات و میزان آسیب دیدگی و کوفتگی عضلانی تاخیری موثر باشد، به این دلیل بهتر است دبیران و مربیان تربیت بدنی کلاس‌های درس تربیت بدنی را در سالن‌های ورزشی و در صورت امکان با احداث زمین‌های ورزشی با سطوح ماسه‌ای برگزار کنند.

تعارض منافع

بدینوسیله اعلام می شود هیچگونه تعارض منافعی وجود ندارد.

منابع

Amrinder, S., Sakshi, G., & Singh, S. J. (2014). Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and selected sportspecific performance variables in hockey players. *Journal of Human Sport and Exercise*, *9*(1), 59–67.

Arazi, H., Eston, R., Asadi, A., Roozbeh, B., & Saati Zarei, A. (2016). Type of Ground Surface during Plyometric Training Affects the Severity of Exercise-Induced Muscle Damage. *Sports (Basel, Switzerland)*, *4*(1), 15.

Arazi, H., Mohammadi, M., & Asadi, A. (2014). Muscular adaptations to depth jump plyometric training: Comparison of sand vs. land surface. *Interventional Medicine and Applied Science*, *6*(3), 125–130.

Barrett, R. S., Neal, R. J., & Roberts, L. J. (1998). The dynamic loading response of surfaces encountered in beach running. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *1*(1), 1–11.

Binnie, Martyn J., Dawson, B., Pinnington, H., Landers, G., & Peeling, P. (2013). Effect of training surface on acute physiological responses after interval training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *27*(4), 1047–1056.

Binnie, Martyn J, Peeling, P., Pinnington, H., Landers, G., & Dawson, B. (2013). Effect of surface-specific training on 20-m sprint performance on sand and grass surfaces. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *27*(12), 3515–3520.

Binnie, Martyn John, Dawson, B., Arnot, M. A., Pinnington, H., Landers, G., & Peeling, P. (2014). Effect of sand versus grass training surfaces during an 8-week pre-season conditioning programme in team sport athletes. *Journal of Sports Sciences*, *32*(11), 1001–1012.

Bishop, P., & Martino, M. (1993). Blood Lactate Measurement in Recovery as an Adjunct to Training: Practical Considerations. *Sports Medicine*, *16*(1), 5–13.

Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization-: theory and methodology of training*. Human kinetics.

Brown, H., Dawson, B., Binnie, M. J., Pinnington, H., Sim, M., Clemons, T. D., & Peeling, P. (2017). Sand training: Exercise-induced muscle damage and inflammatory responses to matched-intensity exercise. *European Journal of Sport Science*, *17*(6), 741–747.

Chatzinikolaou, A., Fatouros, I. G., Gourgoulis, V., Avloniti, A., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Douroudos, I., Michailidis, Y., Beneka, A., Malliou, P., Tofas, T., Georgiadis, I., Mandalidis, D., & Taxildaris, K. (2010). Time course of changes in performance and inflammatory responses after acute plyometric exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(5), 1389–1398.

Costill, D. L., Wilmore, J. H., & Kenney, and W. L. (2012). *Physiology of sport and exercise*.

Gaudino, P., Gaudino, C., Alberti, G., & Minetti, A. E. (2013). Biomechanics and predicted energetics of sprinting on sand: Hints for soccer training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *16*(3), 271–275.

Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Martino, F., Fiorini, S., & Wisloff, U. (2008). Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, *42*(1), 42–46.

Johansen, K. L., & Painter, P. (2014). Physical Activity and Exercise. In *Nutrition in Kidney Disease* (13thed ed., Vol. 1, pp. 271–287). Humana Press.

Kasabalis, A., Douda, H., & Tokmakidis, S. P. (2005). Relationship

between anaerobic power and jumping of selected male volleyball players of different ages. *Perceptual and Motor Skills*, *100*(3 I), 607–614.

Lahmian, O. G., Salesi, M., Dast, H., & Hagh, B. (2014). Comparing The Effects of The Plyometric Exercise on Sand , Grass and Wood Surfaces on Delayed-Onset Muscle Soreness Of Young Athletes. *International Journal of Sport Studies*, *4*(4), 441–447.

Lejeune, T. M., Willems, P. A., & Heglund, N. C. (1998). Mechanics and energetics of human locomotion on sand. *Journal of Experimental Biology*, *201*(13), 2071–2080.

Marcora, S. M., & Bosio, A. (2007). Effect of exercise-induced muscle damage on endurance running performance in humans. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, *17*(6), 662–671.

Miyama, M., & Nosaka, K. (2004). Influence of surface on muscle damage and soreness induced by consecutive drop jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *18*(2), 206–211.

Morgan, D. L., & Proske, U. (1997). Factors contributing to energy storage during the stretch-shortening cycle. *Journal of Applied Biomechanics*, *13*(4), 464–466.

Muramatsu, S., Fukudome, A., Miyama, M., Arimoto, M., & Kijima, A. (2006). Energy expenditure in maximal jumps on sand. *Journal of Physiological Anthropology*, *25*(1), 59–61.

Murphy, D. F., Connolly, D. A. J., & Beynnon, B. (2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, *37*(1), 13–29.

Nazari, S., Avansar, S., & A Nazari, V. (2015). Investigating the morphological and physiological characteristics of adolescent volleyball players in order to identify talents based on different positions. *Sport Biosciences*, *7*(2), 187–209.

Nielsen, R. O., Rønnow, L., Rasmussen, S., & Lind, M. (2014). A prospective study on time to recovery in 254 injured novice runners. *PLoS ONE*, *9*(6), e99877.

Pinnington, H. C., & Dawson, B. (2001). Running economy of elite surf iron men and male runners, on soft dry beach sand and grass. *European Journal of Applied Physiology*, *86*(1), 62–70.

Pinnington, Hugh C., Lloyd, D. G., Besier, T. F., & Dawson, B. (2005). Kinematic and electromyography analysis of submaximal differences running on a firm surface compared with soft, dry sand. *European Journal of Applied Physiology*, *94*(3), 242–253.

Pinnington, Hugh C, & Dawson, B. (2001). The energy cost of running on

grass compared to soft dry beach sand. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *4*(4), 416–430.

Richie, D. H., DeVries, H. A., & Endo, C. K. (1993). Shin muscle activity and sports surfaces. An electromyographic study. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, *83*(4), 181–190.

Robergs RA & Roberts S. (2010). *Fundamental Principle of Exercise Physiology* (pp. 58–71). Samt Publication.

Rokhsati, S., Salimi-Avansar, A., Ahmadizad, S., & Ebrahim, K. (2015). The effects of six weeks of volleyball specific training on hard and soft surfaces on resting levels and responses of lactate, creatine kinase and lactate dehydrogenase to acute exercise. *Journal of Sport Biosciences*, *7*(3), 443–454.

Sanadgol, H. (1993). *Exercise Physiology* (1thed ed.). National Olympic Committee Publication.

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

Taheri, H., Rahimi, M., & Hosseinanadi, R. (2011). The study of ultrasound influence on onset muscle soreness. *Daneshvar Medicine*, *91*(18), 53–60.

Tofas, T., Jamurtas, A. Z., Fatouros, I., Nikolaidis, M. G., Koutedakis, Y., Sinouris, E. A., Papageorgakopoulou, N., & Theocharis, D. A. (2008). Plyometric exercise increases serum indices of muscle damage and collagen breakdown. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *22*(2), 490–496.

Trajkovic, N., Sporis, G., & Kristicevic, T. (2016). Does Training on Sand During Off Season Improves Physical Performance in Indoor Volleyball Players? *Acta Kinesiologica*, *10*(1), 107–111.

Twist, C., & Eston, R. (2005). The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, *94*(5), 652–658.

Voltman, A. (2004). *The Lactate response to physical Activity*. Chakameh Publication.

Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Gleim, G. W. (1995). Physiology of Sport and Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *27*(5), 792.

Witzke, K. A., & Snow, C. M. (2000). Effects of polymetric jump training on bone mass in adolescent girls. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *32*(6), 1051–1057.

Woods, C., Hawkins, R., Hulse, M., & Hodson, A. (2002). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in

professional football—analysis of preseason injuries. *British Journal of Sports Medicine*, *36*(6), 436–441.

Yansen, P. (2007). *The Lactate response to physical Activity*. National Olympic Committee Publication.[In Persian]

Zamparo, P., Perini, R., Orizio, C., Sacher, M., & Ferretti, G. (1992). The energy cost of walking or running on sand. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *65*(2), 183–187.

The effect of volleyball specific training on different training surfaces on blood lactate and muscle soreness following one session of acute exercise in boy volleyball players

Saeed Ilbeigi *, Marziyeh Saghebjoo, Alireza Morshedi

Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran.

***Corresponding author**: silbeigi@birjand.ac.ir

Abstract

Background & Purpose: The purpose of the present study was to investigate the effect of six weeks of volleyball specific training on different training Surfaces on some selected fitness factors and blood lactate response and muscle soreness after an acute exercise in volleyball boys.

Methodology: Thirty-six boy volleyball players (mean age, 16.11±0.82 years; height, 174±4.85 cm) were purposeful and random assigned to three equal groups of concrete, floor and san. At the pre-test phase and at the floor surface, blood lactate with lactometer before and immediately after acute exercise(10 x 10 vertical jump with one minute rest between set), and knee extensor muscle soreness were measured immediately, 24 and 48 hours after acute exercise with visual analogue scale (VAS). After six weeks of volleyball specific training on the concrete, floor and sand training surfaces, the post-test was performed just like the pre-test phase.

Results: The results showed significant decrease in lactate resting levels between the floor and sand groups compared to concrete and between the sand group as compared to the floor group (P=0.01). Lactate significantly decreased in response to the second acute exercise between the floor and sand groups compared to concrete (P=0.01). But there was no significant difference between the lactate reduction of the sand group and the floor (P=0.87). There was no significant difference between the three groups in muscle soreness immediately and 48 hours after a session of acute exercise (P=0.45). However, there was a significant difference between the concrete and sand groups in the reduction of muscle soreness 24 hours after an acute exercise session (P=0.01). But no significant reduction was observed between concrete and flooring (P=0.06) and sand and flooring (P=0.99).

Conclusion: Six weeks of volleyball specific training on sand and floor surfaces compared to concrete surface decreased blood lactate and reduced muscle soreness in response to an acute exercise Session in volleyball players. As a result, it is better for teachers and coaches of physical education classrooms (volleyball) held in gymnasiums and, where possible, by constructing playgrounds with sandy surfaces.

Key Words: Training Surfaces, Lactate, Muscle Soreness, Volleyball