اثر یک دوره تمرین پلایومتریک و بی‌تمرینی پس از آن بر تغییرات رابطه نیرو ـ سرعت

دکتر بهمن میرزایی*[۱]، نوید لطفی[۲]، حسین رستمخانی[۳]، حمدالله هادی[۴]

۱. دانشیار دانشگاه گیلان
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه گیلان
۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش
۴. کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱/۳۱ **تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۸/۲۵**

چکیده

هدف تحقیق: هدف مطالعه حاضر، بررسی اثر یک دوره تمرین پلایومتریک و بی‌تمرینی پس از آن بر تغییرات رابطه نیرو- سرعت بود. **روش تحقیق**: ۴۰ دانشجوی فعال با میانگین و انحراف استاندارد سن ۲/۳ ± ۲۴ سال، وزن ۵/۶ ± ۷۵ کیلوگرم و قد ۸/۳ ± ۱۷۶ سانتی‌متر بطور داوطلبانه در مطالعه حاضر شرکت کردند. آزمودنی‌ها به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند. سرعت انقباض عضله و فعالیت الکتریکی عضله به ترتیب بوسیله دستگاه های بیودکس و الکترو میوگراف (EMG) اندازه‌گیری شد. گروه کنترل فعالیت‌های روزانه خود را انجام دادند و آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت شش هفته در یک برنامه تمرین پلایومتریک شرکت کردند. پس از جمع آوری داده‌ها در سه مرحله پیش از آزمون، پس از تمرین و پس از دوره بی‌تمرینی، از آزمون‌های آماری t مستقل، آنالیز واریانس با اندازه گیری مکرر و آزمون تعقیبی توکی برای مطالعه اختلاف پیش‌آزمون، پس از دوره تمرین و پس از دوره بی‌تمرینی استفاده شد. **نتایج:** افزایش معناداری در EMG ثبت شده آزمودنی‌ها در دوره‌های پس از تمرین در حرکات با سرعت‌های مختلف و کاهش EMG پس از بی‌تمرینی در حرکات آهسته و متوسط مشاهده شد (P<۰/۰۵).در گروه کنترل تغییر معنی داری در نتایج EMG در پیش‌آزمون، پس‌آزمون ۱ و پس‌آزمون ۲ مشاهده نشد. **نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد کاهش فعالیت الکتریکی عضله متعاقب دوره بی‌تمرینی به مقادیر پیش از تمرین، به علت پایین بودن شدت حرکت در این دوره باشد زیرا انجام حرکات با حداکثر سرعت موجب شد تا سازگاری‌های فیزیولوژیک ناشی از تمرین حفظ شوند. در این حالت فعالیت الکتریکی ثبت شده بدون تغییر و برابر با داده‌های پس از تمرین باقی ماند.

واژه‌های کلیدی: تمرین پلایومتریک، بی‌تمرینی، رابطه نیرو – سرعت

Effect of plyometric training and subsequent detraining on changes in force-velocity relationship

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to investigate the effect of plyometric training and subsequent detraining on changes in force-velocity relationship. **Methods:** Forty active students (mean±SD, age, 24±2.3 years; weight, 75±5.6 kg; height, 176±8.3 cm) participated in this study. Subjects were divided into control and experimental groups. The Biodex and EMG were used to measure muscle contraction velocity and to assess muscle electrical activity. Subjects in control group were asked to continue their daily activities; while, subjects in experimental group participated in a 6-week plyometric training program. Data were collected at pre-training, post-training and post-detraining. The independent t-test, repeated measures of ANOVA and Tukey's post-hoc tests were used for data analysis. **Results**: In the experimental group, a significant increase in EMG activity was observed in response to training for all movements (P>0.05); while the EMG activity was significantly decreased in slow and moderate movements during detraining (P<0.05). No significant differences were observed in EMG activities of control group for all movements and periods (P>0.05). **Conclusions:** It seems that reductions in EMG activities of muscles were due to insufficient intensity of movements, because applying maximal velocity movements resulted in the maintenance of training-induced physiological adaptations.

Key words: Plyometric training, detraining, force-velocity relationship

* **آدرس نویسنده مسئول:** بهمن میرزایی
دانشکده تربیت بدنی دانشگاه گیلان

E-mail: Bmirzaei2000@yahoo.com

مقدمه

حرکات پلایومتریک براساس بازتاب کششی دوک عضلانی یا بازتاب کششی ماهیچه‌ای (میوتاتیک) اجرا می‌شوند. در این نوع حرکات، کشش سریع عضلات سبب تحریک بازتاب دوک عضلانی می‌شود. این کشش یک محرک بسیار قوی را از نخاع به سوی عضلات فرستاده و سبب ایجاد انقباض پر قدرت در آن‌ها می‌گردد (۱). کاربرد اصلی تمرینات پلایومتریک، آمادگی سیستم عصبی - عضلانی برای انجام تغییر جهت‌های سریع و پر قدرت در هنگام ورزش است (۲). انجام تمرینات پلایومتریک، به عنوان روشی برای افزایش توان عضلانی ورزشکاران، مورد توجه بسیاری از مربیان و محققین علوم ورزشی قرار گرفته است. نتایج برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهند انجام یک دوره تمرین پلایومتریک دستاوردهای بهتری نسبت به تمرینات قدرتی محض برای ورزشکاران آن دسته از رشته‌های ورزشی که در آن‌ها توان انفجاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به همراه دارد (۳).

بخش قابل توجهی از تغییرات سودمند ناشی از تمرین، در اثر بی‌تمرینی از بین خواهد رفت. مطالعات گذشته، اثرات فیزیولوژیکی متعددی از جمله کاهش حداکثر توان عضله، آتروفی عضلانی و کاهش سرعت هدایت عصبی را پس از یک دوره بی‌تمرینی گزارش کرده‌اند (۵، ۴). همچنین، برخی پژوهشگران تغییر در ترکیب نوع تار عضلانی در خلال دوره بی‌تمرینی پس از تمرینات مقاومتی را گزارش کرده‌اند (۶). ناریسی و همکاران (۷) کاهش قدرت، کاهش سطح مقطع عضله و کاهش فعال‌سازی عصبی عضلات چهار سر ران را پس از یک دوره بی‌تمرینی متعاقب تمرینات قدرتی گزارش کردند. ترزیس و همکاران (۸) در مطالعه‌ای با عنوان عملکرد پرتابی پس از تمرینات مقاومتی و بی‌تمرینی متعاقب آن، ۶ تا ۱۲ درصد بهبود در عملکرد پرتاب پس از ۶ هفته تمرینات مقاومتی را گزارش کردند. اما پس از ۶ هفته بی‌تمرینی تغییرات عملکرد پرتاب معنادار نبود. کولیاندر و همکاران (۹) در مطالعه خود با عنوان سازگاری عصبی - عضلانی با بی‌تمرینی پس از تمرینات مقاومتی در آزمودنی‌های غیرفعال، افزایش گشتاور نیرو پس از دوره تمرینی در حرکات درون‌گرا و برون‌گرا را گزارش کردند، اما پس از اعمال دوره بی‌تمرینی کاهش گشتاور نیرو تنها در حرکات برون‌گرا معنادار بود. موجیکا و همکاران (۵) کاهش حداکثر توان عضلانی را پس از بی‌تمرینی گزارش کردند. اندرسون و همکاران (۱۰) و هاکینن و همکاران (۱۱) کاهش اندازه عضله را پس از بی-تمرینی نشان دادند.

با وجود آن که فرآیندهای اصلی عصبی – عضلانی درگیر در تمرینات پلایومتریک شناخته شده‌اند، اما تحقیقات کمی بر روی آن چه که واقعا به عنوان نتیجه انجام تمرینات روی می‌دهد، صورت گرفته است. با وجود این، تصور بر این است که سازگاری عصبی بخش غالب سازگاری‌های بدست آمده از تمرینات پلایومتریک را تشکیل می‌دهد. با توجه به نتایج مطالعات انجام گرفته در خصوص حفظ سازگاری‌های حاصل از تمرینات مختلف، به نظر می‌رسد این بخش از سازگاری‌ها طی هفته‌های اول دوره بی‌تمرینی از دست خواهد رفت (۱۲). با وجود این، در خصوص کاهش عملکرد و اجرای بهینه ورزشکاران پس از بی‌تمرینی، اتفاق نظر کلی وجود ندارد. برخی از محققین کاهش عملکرد، و برخی دیگر هیچ گونه تغییر و یا افزایش اندک عملکرد ورزشکاران را پس از اعمال دوره بی‌تمرینی مشاهده نموده‌اند (۷،۸،۹). با وجود این، در حال حاضر تحقیقی در زمینه بررسی اثرات دوره بی‌تمرینی بر عملکرد عصبی- عضلانی پس از تمرینات پلایومتریک انجام نگرفته است. البته مطالعاتی در خصوص تمرینات قدرتی وجود دارند، به عنوان مثال، اندرسون و همکاران (۱۳) در تحقیقی با عنوان اثرات یک دوره تمرین قدرتی بر رابطه نیرو و سرعت عضلات انسان به این نتیجه رسیدند که پس از اعمال دوره تمرین افزایش فعالیت الکتریکی عضلات و همچنین، کاهش فعالیت الکتریکی عضلات پس از دوره بی‌تمرینی در حرکات آهسته نسبت به حرکات سریع‌تر بارزتر است. اما با توجه به اصل ویژگی سرعت انقباض عضلانی در تمرینات و تفاوت سازگاری زنجیره‌های سنگین میوزین عضلات تند انقباض و کند انقباض در دوره بی تمرینی (۱۴) نمی‌توان نتایج بدست آمده از تحقیقات انجام گرفته در خصوص دوره‌های تمرین قدرتی و بی‌تمرینی پس از آن را به تمرینات پلایومتریک تعمیم داد. اهمیت حفظ سازگاری‌های کسب شده حاصل از تمرین در طول دوره بی‌تمرینی، کاربرد روز افزون تمرینات پلایومتریک در

برنامه‌های آماده‌سازی ورزشکاران و وجود اختلاف نظر میان پژوهشگران در خصوص کاهش عملکرد و اجرای بهینه ورزشکاران پس از بی‌تمرینی موجب شد تا اثر یک دوره تمرین پلایومتریک و بی‌تمرینی پس از آن را بر تغییرات رابطه نیرو – سرعت مورد بررسی قرار دهیم.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی است و با طرح پیش‌آزمون – پس‌آزمون انجام شد.

نمونه ها

۴۰ دانشجو با میانگین و انحراف استاندارد سن ۲/۳±۲۴ سال، وزن ۵/۶±۷۵ کیلوگرم و قد ۸/۳±۱۷۶ سانتی‌متر، بدون سابقه آسیب در اندام تحتانی و سیستم عصبی مرکزی در مطالعه حاضر شرکت کردند. آزمودنیها به طور تصادفی به دو گروه ۲۰ نفره تجربی و کنترل تقسیم شدند.

پروتکل تحقیق

برای ثبت فعالیت الکتریکی عضلات چهار سر ران، از دستگاه الکترومیوگراف (EMG) و برای تنظیم سرعت انقباض از دستگاه بیودکس (ساخت شرکت بیودکس آمریکا) استفاده شد. از آزمودنی خواسته شد روی صندلی دستگاه بیودکس طوری قرار گیرد که تنه در زاویه ۱۲۰ درجه و زانو در زاویه ۹۰ درجه باشد. با استفاده از باندهای مخصوص دستگاه، آزمودنی در وضعیت مطلوب قرار گرفت. برای ثبت فعالیت الکتریکی عضلات در حرکت آهسته، سرعت دستگاه در ۳۰ درجه بر ثانیه و برای حرکت در سرعت متوسط در ۲۴۰ درجه بر ثانیه تنظیم شد. برای ثبت EMG در حرکات با حداکثر سرعت از وضعیت بدون بار استفاده شد (۱۵). پس از قرارگیری آزمودنی روی دستگاه بیودکس، الکترودهای سطحی EMG در نقطه ۲/۳ از سر پروگزیمال عضله چهار سر تثبیت شد (۱۶). پیش از قراردادن الکترودها روی نقطه موردنظر، پوست ناحیه مربوطه اصلاح و کاملاً تمیز شد. در هر سه حرکت متوسط، آهسته و حداکثر سرعت، حداکثر فعالیت الکتریکی عضلات چهار سر ران، ثبت شد. پهنای باند EMG ۱۰۰۰Hz و نسبت (mode rejection Common)[1] ۱۰۰db انتخاب شد. برای یک سوکردن سیگنال‌ها از یک فیلتر با فرکانس پایین ۱۵Hz استفاده شد. برای تبدیل داده‌ها به صورت دیجیتال از دستگاه میومد ۴۳۲ (ساخت شرکت انراف) استفاده شد. این دستگاه از سیگنال‌های حاصل از فعالیت الکتریکی عضله، سطح زیر منحنی را محاسبه و به صورت دیجیتال نمایش می‌داد. هر آزمودنی سه بار هر کدام از حرکات (آهسته، متوسط، سریع) را تکرار می‌کرد که میانگین اعداد ثبت شده در سه تکرار به عنوان حداکثر فعالیت الکتریکی عضله در حرکت مربوطه ثبت می‌شد. از یکسو کردن سیگنال‌ها برای محاسبه IEMG یا انتگرال الکترومیوگرافی استفاده شد. پس از اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون، از آزمودنی‌های گره تجربی خواسته شد تمرینات پلایومتریک را به مدت ۶ هفته و ۴ روز در هفته و هر روز به مدت ۴۰ دقیقه با ۵ دقیقه زمان برای گرم‌کردن و ۵ دقیقه برای سردکردن انجام دهند (۱۷). پس از ۶ هفته، دوره تمرین به پایان رسید و آزمودنی‌ها به مدت ۶ هفته دیگر بدون مداخله تمرینی تحت نظر قرار گرفتند. برنامه طراحی شده برای تمرینات پلایومتریک شامل ۴ جلسه در هفته با حجم تمرینی ۹۰ تا ۱۴۰ تماس پا با زمین برای هر جلسه بود (۱۷) (جدول ۱). در مدت دوره‌های تمرین و بی‌تمرینی گره تجربی، آزمودنی‌های گروه کنترل به فعالیت‌های روزانه خود ادامه دادند. پس از دوره تمرین و بی‌تمرینی، داده‌های مربوط به فعالیت الکتریکی عضلات، دقیقا مشابه با روش پیش‌آزمون ثبت شد.

تحلیل آماری

برای توصیف ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها از آمار توصیفی، برای تعیین معناداری اختلاف بین داده‌های دو گروه در سه مرحله اندازه‌گیری از آزمون آماری t مستقل و برای مطالعه اختلاف پیش‌آزمون، پس از دوره تمرین و پس از دوره بی‌تمرینی در هر گروه از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ >P و نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد.

۱- توانایی یک آمپلی‌فایر افتراقی در کاهش سیگنال‌های ناخواسته یا پارازیت

جدول ۱. برنامه تمرین پلایومتریک

هفته	حجم تمرین (تعداد تماس‌های پا با زمین)	حرکت پلایومتریک	نوبت × تکرار	شدت تمرین
۱	۹۰	لی‌لی کردن به طرفین با یک پا	۱۵×۲	کم
		پرش ایستاده و دستیابی	۱۵×۲	کم
		پرش از روی مخروط	۶×۵	کم
۲	۱۲۰	لی‌لی کردن به طرفین با پا	۱۵×۲	کم
		پرش طول ایستا	۶×۵	کم
		پرش جانبی از روی مانع	۱۵×۲	متوسط
		لی‌لی کردن با دو پا	۶×۵	متوسط
۳	۱۲۰	لی‌لی کردن به طرفین با یک پا	۱۲×۲	کم
		پرش طول ایستا	۶×۴	کم
		پرش جانبی از روی مانع	۱۲×۲	متوسط
		لی‌لی کردن با دو پا	۸×۳	متوسط
		پرش جانبی از روی مخروط	۱۲×۲	متوسط
۴	۱۴۰	پرش مورب از روی مخروط	۸×۴	کم
		پرش طول ایستا همراه با دوی سرعت جانبی	۸×۴	متوسط
		پرش جانبی از روی مخروط	۱۲×۲	متوسط
		بالا و پایین پریدن یک پا	۷×۴	بالا
		پرش جانبی با یک پا	۶×۴	بالا
۵	۱۴۰	پرش مورب از روی مخروط	۷×۲	کم
		پرش طول ایستا همراه با دوی سرعت جانبی	۷×۴	متوسط
		پرش جانبی از روی مخروط	۷×۴	متوسط
		پرش از روی مخروط با ۱۸۰ درجه چرخش	۷×۴	متوسط
		بالا و پایین پریدن یک پا	۷×۴	بالا
		پرش جانبی با یک پا	۷×۲	بالا
۶	۱۲۰	پرش مورب از روی مخروط	۱۲×۲	کم
		مهارت شش ضلعی	۱۲×۲	کم
		پرش از روی مخروط با تغییر جهت سریع	۶×۴	متوسط
		لی‌لی کردن با دو پا	۸×۳	متوسط
		پرش جانبی با یک پا	۶×۴	بالا

نتایج

نتایج نشان داد فعالیت الکتریکی عضلات آزمودنی‌های گروه تجربی پس از اعمال دوره تمرینی در هر سه سرعت انقباض (آهسته، متوسط و حداکثر) افزایش داشته است. اما پس از دوره بی‌تمرینی، فعالیت الکتریکی در سرعت‌های آهسته و متوسط تا حد پیش از تمرین کاهش یافت. در حالی که در حرکات با حداکثر سرعت، فعالیت الکتریکی ثبت شده بدون تغییر و برابر با داده‌های پس از تمرین باقی مانده است (جدول ۲). داده‌های گروه کنترل در سه مرحله اندازه‌گیری (پیش‌آزمون، پس‌آزمون ۱ و پس‌آزمون ۲) تفاوت معناداری نداشت (جدول ۳). همچنین، تفاوت بین داده‌های گروه کنترل و تجربی در مراحل پیش‌آزمون (در همه حرکات) و پس از دوره بی‌تمرینی (در حرکات آهسته و متوسط) معنی دار نبود، اما در مرحله پس از تمرین در همه حرکات و در مرحله پس از بی‌تمرینی در حرکت با حداکثر سرعت تفاوت معناداری بین داده‌های دو گروه مشاهده شد (جداول ۲ و۳).

جدول ۲. داده‌های مربوط به EMG آزمودنی‌های گروه تجربی (میکرو ولت بر ثانیه)

سرعت انقباض	پیش‌آزمون	پس از تمرین	پس از بی‌تمرینی
۳۰ درجه بر ثانیه	۲۶۷±۲۰ ❋	۲۹۳±۱۹ ❋ ●	۲۵۵±۲۰ ●
۲۴۰ درجه بر ثانیه	۳۸۳±۴۰ ❋	۴۲۵±۲۶ ❋ ●	۳۷۸ ±۳۳ ●
حداکثر سرعت	**۴۰۹±۵۸ ❋**	**۴۵۵±۲۰ ❋**	**۴۵۶±۲۷**

❋ معناداری بین پیش‌آزمون و پس از دوره تمرین

● معناداری بین پس‌آزمون و پس از بی‌تمرینی

جدول ۳. داده‌های مربوط به EMG گروه کنترل (میکرو ولت بر ثانیه)

سرعت انقباض	پیش‌آزمون	پس از تمرین	پس از بی‌تمرینی
۳۰ درجه بر ثانیه	۲۵۷±۲۰	۲۵۳±۱۹	۲۶۱±۲۲
۲۴۰ درجه بر ثانیه	۳۷۶±۴۰	۳۸۱±۲۶	۳۷۰±۳۳
حداکثر سرعت	**۴۰۵±۵۸**	**۴۰۰±۲۰**	**۴۰۶±۲۷**

بحث و نتیجه‌گیری

هدف تحقیق حاضر بررسی اثرات یک دوره تمرین پلایومتریک و بی‌تمرینی پس از آن بر تغییرات رابطه نیرو - سرعت بود. نتایج حاصل از این تحقیق در توافق با یافته‌های مطالعات قبلی، افزایش فعالیت الکتریکی عضلات را پس از تمرینات پلایومتریک نشان داد (۱۱،۱۲،۱۳). در خصوص کاهش فعالیت الکتریکی عضلات پس از بی‌تمرینی نیز نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر با یافته‌های کولیاندر و همکاران (۹)، هاکینن و همکاران (۱۱) و هوستون و همکاران (۱۷) که کاهش قدرت عضلانی را پس از یک دوره بی‌تمرینی گزارش کرده بودند، موجیکا و همکاران (۵) که کاهش حداکثر توان عضلانی پس از بی‌تمرینی را نشان داده بودند، اندرسون و همکاران (۱۰) که کاهش اندازه عضله پس از بی‌تمرینی را گزارش کرده بودند و نیز هاکینن و همکاران (۱۲) که کاهش هدایت عصبی پس از دوره بی‌تمرینی را گزارش کرده بودند، همسو می‌باشد. اما، در خصوص اثرات اعمال یک دوره بی‌تمرینی بر تغییرات رابطه نیرو - سرعت عضله، نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های تنها تحقیق انجام شده توسط اندرسون و همکاران (۱۳) در توافق کامل نیست که می‌توان علت احتمالی آن را چنین بیان کرد که در تحقیق اندرسون و همکاران که تغییرات فعالیت الکتریکی عضلات فقط در سرعت آهسته پس از تمرین و بی‌تمرینی معنادار بود، از دوره تمرین قدرتی استفاده شده است، که عدم تشابه واحدهای حرکتی درگیر در اجرای تمرینات قدرتی (که اصولا با سرعت آهسته انجام می‌شوند) و واحدهای حرکتی درگیر در اجرای حرکت بازشدن زانو در سرعت‌های ۲۴۰ درجه بر ثانیه و حداکثر سرعت، کاملا مشهود بوده و توجیه مناسبی برای عدم تغییرات EMG عضله پس از تمرین قدرتی در اجرای حرکت با سرعت‌های متوسط و سریع است.

نتایج تفاوت معنی داری بین داده‌های گروه کنترل در مرحله پیش‌آزمون نشان نداد که نشان‌دهنده همگن بودن دو گروه کنترل و تجربی بود. در خصوص عدم مشاهده تغییر معنی دار در داده‌های گروه کنترل در سه مرحله اندازه‌گیری نیز می‌توان به این نکته اشاره داشت که آزمودنی‌های تحقیق حاضر از بین دانشجویان فعال انتخاب شده بودند. بنابراین، عامل زمان در این جامعه تاثیر معناداری بر تغییرات قدرت عضلات ندارد در حالی که به نظر می‌رسد این عامل (زمان) در آزمودنی‌های غیرفعال و یا سالمندان و افراد آسیب دیده بی‌تحرک، تغییرات فعالیت الکتریکی عضلات را موجب خواهد شد زیرا احتمال می‌رود به مرور زمان و در نتیجه افزایش سن و عدم اعمال بار کافی به عضلات توانایی فعال‌سازی عضلانی در افراد مذکور کاهش یابد. در خصوص کاهش فعالیت الکتریکی عضلات در افراد گروه تجربی پس از اعمال دوره بی‌تمرینی و عدم ایجاد این تغییر در افراد گروه کنترل، واضح است که گروه کنترل در دوره تمرین وارد مرحله سازگاری نشده‌اند و بنابراین، در مرحله بی‌تمرینی نیز کاهش یا از دست دادن سازگاری را تجربه نخواهند کرد. پس از انجام یک دوره تمرین پلایومتریک، می‌توان از افزایش هدایت عصبی - عضلانی و سازگاری‌های عصبی به عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش فعالیت الکتریکی عضلات نام برد (۱۷). با توجه به درگیرشدن تقریبا حداکثر واحدهای حرکتی در اجرای تمرینات پلایومتریک (به ویژه در مراحل پایانی دوره تمرینی که شدت تمرینات افزایش یافته بود)، فعالیت الکتریکی عضلات در اجرای حرکت بازشدن زانو با سرعت‌های آهسته، متوسط و حداکثر، افزایش داشته است. در خصوص کاهش فعالیت الکتریکی در سرعت‌های آهسته و متوسط پس از دوره بی‌تمرینی، می‌توان کاهش هدایت عصبی را مهم‌ترین عامل مؤثر در این زمینه دانست. زیرا پس از اعمال یک دوره بی‌تمرینی، سازگاری‌های عصبی، سریع‌تر از سازگاری‌های فیزیولوژیک کسب شده در حین تمرین دچار افت می‌شوند که یکی از دلایل افت سریع توان عضلانی پس از دوره بی‌تمرینی که در تحقیقات قبلی گزارش شده است را نیز می‌توان به همین کاهش هدایت عصبی نسبت داد (۱۲). اما، در خصوص عدم تغییر EMG عضلات پس از دوره بی‌تمرینی در حرکات با حداکثر سرعت، می‌توان به کاهش متمایز هدایت عصبی - عضلانی در واحدهای تند و کند انقباض اشاره کرد (۱۳). با توجه به یافته‌های تحقیقات قبلی، پس از اعمال یک دوره بی‌تمرینی، واحدهای حرکتی کند انقباض زودتر دچار آتروفی می‌شوند (۱۳). همچنین، کاهش برون‌ده توان عضلانی در واحدهای حرکتی کند انقباض نسبت به واحدهای تندانقباض سریع‌تر اتفاق می‌افتد که این موضوع،

احتمالا ناشی از کاهش هدایت عصبی - عضلانی در واحدهای کند انقباض می‌باشد (۱۳). همچنین، با توجه به تغییر واحدهای حرکتی کند انقباض به تند انقباض یا حداقل آتروفی بیشتر واحدهای حرکتی کند انقباض که سبب افزایش نسبت واحدهای حرکتی تند به کند در یک گروه عضلانی می‌شود، دلیل عدم کاهش فعالیت الکتریکی در حرکت با حداکثر سرعت که بدون اعمال بار بر روی عضله صورت می‌گیرد را می‌توان چنین بیان کرد: در حرکت با حداکثر سرعت، واحدهای حرکتی تند درگیر می‌شوند و از آن‌جا که اجرای حرکت بدون اعمال بار است، نیازی به درگیرشدن واحدهای کند نیست. بنابراین، با توجه به عدم آتروفی و کاهش در هدایت عصبی در واحدهای حرکتی تند پس از دوره بی‌تمرینی، فعالیت الکتریکی عضله پس از دوره بی‌تمرینی در حرکت با حداکثر سرعت بدون تغییر و در سطح پس از تمرین باقی می‌ماند (۱۳،۱۲). اثر تمرین بر عملکرد، به فاکتورهای مختلفی از جمله میزان استرس ناشی از اثر تمرین بر عملکرد، اثر اختصاصی تمرین بر عملکرد و اثر تمرین بر یادگیری بستگی دارد. از آن‌جا که در تمرین پلایومتریک، استرس زیادی بر سیستم‌های عصبی-عضلانی جهت اجرای تمرین اعمال می‌شود و دستاوردهای ناشی از تمرینات پلایومتریک بیشتر جنبه عصبی دارد، در توجیه اثر این‌گونه تمرینات بر رابطه نیرو-سرعت عضله می‌توان به افزایش نرخ آتش و افزایش به کارگیری واحدهای حرکتی اشاره کرد. از طرفی، سازگاری‌های عصبی ناشی از تمرینات، زودتر از سازگاری‌هایی نظیر هایپرتروفی بدست آمده و در دوره بی-تمرینی نیر سریع‌تر تحت تاثیر قرار می‌گیرند، بنابراین، کاهش فعالیت الکتریکی عضلات در دوره بی‌تمرینی متعاقب سازگاری‌های کسب شده از تمرینات پلایومتریک در حرکات آهسته، که تحریک کافی را به عضله وارد نمی‌کنند، طی هفته‌های اول قابل توجیه است. با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر که نشان‌دهنده تاثیر دوره بی‌تمرینی در کاهش سازگاری‌های فیزیولوژیک بود، می-توان نتیجه گرفت در رشته‌های ورزشی که اجرای مهارت آن‌ها بیشتر وابسته به انقباض‌های عضلانی در سرعت‌های پایین و متوسط است، دوره بی‌تمرینی یا مرحله خارج از فصل مسابقات سبب کاهش دستاوردها و سازگاری‌های کسب شده در فصل تمرین خواهد شد.

منابع

۱. طالب پور مهدی (۱۳۷۹). تمرینات ورزشی نوین (پلایومتریک). انتشارات آستان قدس رضوی. صفحات ۱۹-۲۰.

2. Duda M. (1998). Plyometrics: A legitimate from of power training? The physician and sports medicine. 16: 213-219.

3. Adams K, Oshea K, Oshea J, Climstein M. (1992). The effect of six week of squat, plyometric and squat plyometric training on power production. Journal of Applied Sport Science Research. 6: 36-41.

4. Coyle EF, Hemmert KM, Coggan AR. (1986). Effects of detraining on cardiovascular responses to exercise: role of blood volume. Journal of Applied Physiology. 60: 95-99.

5. Mujika I, Padilla S. (2001). Muscular characteristics of detraining in humans. Medicine & Science in Sports & Exercise. 33: 1297- 1303.

6. Houston ME, Bentzen H, Larsen H. (1979). Interrelationships between skeletal muscle adaptations and performance as studied by detraining and retraining. Acta Physiologica Scandinavia. 105:163-170.

7- Narici MV, Roi GS, Landoni L, Minetti AE, Cerretelli P. (1989). Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. European Journal of Applied Physiology. 59: 310-319.

8- Terzis G, Stratakos G, Manta P, Georgiadis G. (2008). Throwing performance after resistance training and detraining. Journal of Strength & Conditioning Research. 22: 1198-1204.

9- Colliander EB, Tesch PA. (1992). Effects of detraining following short term resistance

training on eccentric and concentric muscle strength. Acta Physiologica Scandinavia. 144: 23-29.

10- Andersen JL, Gruschy-Knudsen T, Sandri C, Larsson L, Schiaffino S. (1999). Bed rest increases the amount of mismatched fibers in human skeletal muscle. Journal of Applied Physiology. 86: 455- 460.

11- Häkkinen K, Komi PV. (2002). Electromyographic changes during strength training and detraining. Medicine & Science in Sports & Exercise. 15: 455-460.

12- Häkkinen K, Alen M, Komi PV. (2008). Changes in isometric force and relaxation time, electromyographic and muscle fiber characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. Acta Physiologica Scandinavia. 125: 573-585.

13- Andersen LL, Andersen JL, Magnusson SP, Suetta C, Madsen JL, Christensen LR, Aagaard P. (2005). Changes in the human muscle force-velocity relationship in response to resistance training and subsequent detraining. Journal of Applied Physiology. 99: 87-94.

14- Anderson JL, Aagaard P. (2000). Myosin heavy chains IIX overshoot in human skeletal muscle. Muscle Nerve. 23: 1095-1104.

15- Aagard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson SP, Halkjær-Kristensen J, Dyhre-Poulsen P. (2000). Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction. Journal of Applied Physiology. 89: 2249-2257.

16- Selkowitz DM. (1985). Improvement in isometric strength of the quadriceps muscle after training with electrical stimulation. Physical therapy. 65: 186-196.

17-.Houston ME, Froese EA, Valeriote STP, Green HJ, Ranney DA. (1983).Muscle performance, morphology and metabolic capacity during strength training and detraining: a one leg model. European Journal of Applied Physiology. 51: 25-35.

18- Stane ML, Powers ME. (2005). The effects of plyometric training on selected measures of leg strength and power when compared to weight training and combination weight and plyometric training. Journal of Athletic Training. 42: 186-192.