

تاثیر ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی - توانی با بارهای مختلف بر سازگاری های عصبی - عضلانی بازیکنان فوتبال دانشگاهی

علی اصغر مازنی^{۱*}، محمد رضا حامدی نیا^۲، امیر حسین حقیقی^۳، نصرت الله هدایت پور^۴

۱. دکتری فیزیولوژی ورزش، مرکز آموزش عالی کاشمر، کاشمر، ایران.
۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۳. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۴. استادیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: در زمینه انتقال اثر و نوع تمرین مقاومتی - توانی جهت ایجاد سازگاری های مطلوب عصبی - عضلانی در بازیکنان فوتبال همواره اختلاف نظر وجود دارد. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی - توانی با بارهای مختلف، بر سازگاری های عصبی - عضلانی بازیکنان فوتبال دانشگاهی بود. **روش تحقیق:** در این تحقیق نیمه تجربی، ۳۶ آزمودنی از ۴ دانشگاه از شهرستان کاشمر انتخاب و به روش نمونه گیری تصادفی، به ۳ گروه مساوی ۱۲ نفری شامل گروه بار سبک (۷۰-۶۰ درصد 1RM)، گروه بار متوسط (۸۰-۷۰ درصد 1RM) و گروه بار سنگین (۹۰-۸۰ درصد 1RM) تقسیم گردیدند. برنامه تمرینات مقاومتی - توانی به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه، برای تمام گروه ها اجرا گردید. در مراحل پیش آزمون و پس آزمون، آمپلی تود الکترومایوگرافی و میانگین فرکانس توان در دو عضله پهن خارجی و داخلی، قدرت عضلانی، توان بی هوازی، میانگین و اوج توان انفجاری پایین تنه اندازه گیری شدند. داده ها با استفاده از روش تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی LSD و آزمون t زوجی در سطح معنی داری $p < 0/05$ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. **یافته ها:** اعمال بار ۸۰-۹۰ درصد (بار سنگین) یک تکرار بیشینه باعث افزایش معنی داری در میانگین فرکانس توان عضله پهن خارجی نسبت به بارهای ۷۰-۶۰ درصد و ۸۰-۷۰ درصد یک تکرار بیشینه شد (به ترتیب با $p = 0/01$ و $p = 0/02$). به علاوه، اعمال بار سنگین باعث افزایش معنی داری در مقادیر آمپلی تود الکترومایوگرافی عضلات پهن خارجی ($p = 0/01$) و پهن داخلی ($p = 0/006$) و قدرت عضلانی پایین تنه ($p = 0/01$) نسبت به بار سبک گردید. همچنین اعمال بار سنگین و متوسط باعث افزایش معنی داری در توان بی هوازی پایین تنه (به ترتیب با $p = 0/0001$ و $p = 0/02$) نسبت به بار سبک گردیدند. **نتیجه گیری:** در برنامه ریزی تمرینات مقاومتی - توانی برای تیم های فوتبال، بهتر است از بار سنگین با سرعت بالا و تکرار کم استفاده شود.

واژه های کلیدی: تمرینات مقاومتی - توانی، سازگاری های عصبی - عضلانی، بازیکنان فوتبال.

مقدمه

قدرت و توان به عنوان عناصر اصلی در عملکرد ورزشکاران، همواره مورد توجه بوده‌اند. در اکثر رشته‌های ورزشی، ورزشکار باید به مهارت‌های عملکردی متنوعی (فعالیت های انفجاری، توانی و قدرتی) تسلط پیدا کند که با عوامل قدرت بیشینه و توان در ارتباط اند (دلکولوس^۱ و دیگران، ۱۹۹۵).

تأثیرات یک برنامه توانی- قدرتی از طریق میزان پیشرفت در آن ورزش خاص ارزیابی می‌شود. گرچه فعالیت های خاص در رشته‌هایی مانند فوتبال، هنگام تمرین و مسابقه در شدت های متوسط تا بالا انجام می‌شوند؛ اما سرعت، پرش، برخوردهای دو نفره و شوت که مهارت‌های اصلی در فوتبال هستند، به‌طور عمده به حداکثر قدرت و توان بی‌هوازی سیستم عصبی- عضلانی فرد وابسته اند (کومتی^۲ و دیگران، ۲۰۰۱). افزایش توان و سرعت، معمولاً قدرت تصمیم‌گیری را در بازیکنان فوتبال حرفه‌ای افزایش می‌دهد (فائود^۳ و دیگران، ۲۰۱۲). به علاوه، به‌نظر می‌رسد یک برنامه تمرینی توانی- قدرتی طولانی مدت در فوتبالیست‌ها، افزایش قابل توجهی در عملکرد بدنی بازیکنان را به همراه داشته باشد (ساندر^۴ و دیگران، ۲۰۱۳). این عملکردهای بدنی با عملکردهای حرکتی خاص در فوتبال، مانند توان پرش، سرعت، توانایی تغییر جهت و فعالیت‌های مرتبط با پریدن، مانند چرخه کشش- کوتاه شدن؛ همگی به‌طور نسبی با تمرینات توانی- قدرتی توسعه می‌یابند (سلاج و مارکویچ^۵، ۲۰۱۱). مطالعات طولانی مدت نشان داده‌اند که یک حرکت سریع انفجاری پس از یک تمرین مقاومتی با شدت بالا، فعالیت عصبی را بیش از اندازه افزایش می‌دهد. این امر احتمالاً به دلیل افزایش به کارگیری واحدهای حرکتی سریع تر و افزایش فرکانس شلیک^۶ واحدهای حرکتی در ورزشکاران می‌باشد (کومی و مک گوینگان^۷، ۲۰۱۱). در زمینه انتقال اثرات تمرینات مقاومتی- توانی بر سازگاری های مطلوب عصبی- عضلانی در فوتبالیست‌ها، همواره اختلاف نظر وجود داشته است. در برنامه تمرینات مقاومتی- توانی، بروز و تغییر انواع این سازگاری‌ها معمولاً تحت تأثیر بار، شدت، سرعت حرکت، ویژگی حرکت، تعداد تکرارها، شمار و هله‌های تمرین و

زمان استراحت میان آن‌ها؛ قرار می‌گیرد و ارائه هر برنامه باید متناسب با نیاز ورزشکاران باشد (دلکولوس و دیگران، ۱۹۹۵). از این رو، همواره ترکیب بهینه‌ای از متغیرهای تمرینی جهت توسعه عملکرد مورد بحث بوده است. یکی از متغیرهای مهم که در مورد آن اختلاف نظر وجود دارد، مسئله بار تمرین است که برحسب درصدی از یک تکرار بیشینه^۸ (1RM) بیان می‌شود و معمولاً با سرعت تمرین هم رابطه دارد (هاریس^۹ و دیگران، ۲۰۰۸). به عنوان مثال، هاف^{۱۰} و دیگران (۲۰۰۲) نشان داده‌اند که در بازیکنان فوتبال، ۳ جلسه تمرین توانی- قدرتی با ۸۵ درصد 1RM در طول مدت ۸ هفته، منجر به ایجاد سازگاری‌های مطلوب عصبی- عضلانی می‌شود. در همین راستا، هاریس و دیگران (۲۰۰۰) نیز اثر سه تمرین مقاومتی را با سه شدت متفاوت (شدت بالا، شدت پایین و ترکیبی از دو شدت) بر روی بازیکنان فوتبال مرد در طول مدت ۹ هفته مورد بررسی قرار دادند. نتایج بیانگر آن بود که آزمون 1RM اسکات، فقط در گروه اول و سوم؛ و پرش عمودی، تنها در گروه دوم و سوم به‌طور معنی‌داری بهبود یافت. در خصوص تأثیر تمرینات توانی- قدرتی با بارهای مختلف، بر برون ده توان مکانیکی و میانگین فرکانس توان عضلات پهن خارجی و داخلی عضلات انسان نیز به‌طور گسترده مطالعه شده است (آندرسن^{۱۱} و دیگران، ۲۰۰۵؛ ساکاموتو و سینکلیر^{۱۲}، ۲۰۱۲؛ جاکوبسن^{۱۳} و دیگران، ۲۰۱۳؛ آمارانتینی و برو^{۱۴}، ۲۰۱۵). برای مثال جاکوبسن و دیگران (۲۰۱۳)، با بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی با کش و تمرینات مقاومتی با دمبل، به این نتیجه رسیدند که در بارهای ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد 1RM برای هر دو تمرین، بار سبک‌تر، میانگین فرکانس توان بیشتری در عضلات پهن خارجی و پهن داخلی، نسبت به بار سنگین‌تر نشان می‌دهد. آمارانتینی و برو (۲۰۱۵) نیز با بررسی تمرینات مقاومتی به مدت دو سال و هر هفته ۴ جلسه ۹۰ دقیقه‌ای؛ به این نتیجه رسیدند که با بالا رفتن شدت تمرینات مقاومتی، افزایش بیشتری در میانگین فرکانس توان عضله پهن خارجی دیده می‌شود؛ اما میانگین فرکانس توان عضله پهن داخلی تغییر معنی‌داری نمی‌کند.

1. Delecluse
2. Cometti
3. Faude
4. Sander
5. Salaj & Markovic
6. Firing rate
7. Cormie & McGuigan

8. One repetition maximum
9. Harris
10. Hoff
11. Andersen
12. Sakamoto & Sinclair
13. Jakobsen
14. Amarantini & Bru

آزمودنی‌ها، روش نمونه‌گیری داوطلبانه بود، بدین ترتیب که بعد از فراخوان جهت ثبت نام در مطالعه از مجموع ۴ دانشگاه کاشمر (دولتی، پیام نور، آزاد و جهاد دانشگاهی)، ۳۶ نفر به صورت تصادفی انتخاب گردیدند. تمامی شرکت‌کنندگان پرسشنامه رضایت و همکاری در تحقیق و پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت را تکمیل کردند. سپس این ۳۶ نفر به صورت تصادفی در ۳ گروه مساوی تقسیم گردیدند، به گونه ای که از هر دانشگاه، ۳ نفر در گروه های سه گانه قرار گرفتند. گروه یک: تمرین مقاومتی - توانی با شدت ۷۰-۶۰ درصد 1RM؛ گروه دو: تمرین مقاومتی- توانی با شدت ۸۰-۷۰ درصد 1RM؛ و گروه سه: تمرین مقاومتی- توانی با شدت ۹۰-۸۰ درصد 1RM را به اجرا درآوردند. طی ۱۲ هفته تمرین، ۳ نفر از شرکت‌کنندگان به دلیل آسیب‌های رخ داده حین تمرین و ۱ نفر به دلیل مشکلات شخصی، از ادامه تمرین انصراف دادند؛ بدین ترتیب ۳۲ آزمودنی باقی ماندند که ۱۰ نفر از آن‌ها گروه‌های یک و دو، و ۱۲ نفر گروه سه تحقیق را تشکیل دادند. مشخصات سه گروه شرکت کننده در جدول ۱ آورده شده است.

با توجه به کلیه تحقیقات انجام گرفته و این که نتایج روشن و واضحی در خصوص بهبود توان و سرعت با بار بهینه در تحقیقات مورد مطالعه وجود ندارد و انواع سازگاری‌های عصبی-عضلانی که در اثر تمرینات مختلف، به ویژه تمرینات توانی- قدرتی در فوتبالیست‌ها اتفاق می‌افتد؛ در مقالات و تحقیقات مختلف به خوبی تبیین نشده‌اند (هاریس و دیگران، ۲۰۰۸؛ چلی^۱ و دیگران، ۲۰۰۹؛ شهیدی و دیگران، ۲۰۱۲؛ استوک و تامسون^۲، ۲۰۱۴؛ آمارانتینی و برو، ۲۰۱۵)؛ لذا در تحقیق حاضر سوال اصلی این است که انواع تمرینات مقاومتی- توانی با بارهای مختلف چه تاثیری بر سازگاری‌های عصبی (فرکانس میانگین توان، مقادیر آمپلی تود EMG و هم انقباضی) و عضلانی (قدرت، توان بی‌هوازی و توان انفجاری پایین تنه) و عملکردی بازیکنان فوتبال دارد؟

روش تحقیق

جامعه آماری تحقیق حاضر را کلیه دانشجویان فوتبالیست شهرستان کاشمر که حداقل به مدت دو سال در تیم‌های باشگاهی و همچنین تیم دانشگاه خود عضویت داشته و فعالیت ورزشی مرتب داشتند، تشکیل دادند. نوع گزینش اولیه

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در تحقیق (میانگین \pm انحراف استاندارد) به تفکیک گروه

نمایه توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	متغیرها			گروه‌ها
	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی متر)	سن (سال)	
۲۰/۰۹ \pm ۲/۶۸	۶۰/۶۶ \pm ۶/۴۸	۱۷۴/۰۸ \pm ۶/۲۸	۲۰/۵۵ \pm ۱/۵۰	۶۰-۷۰ درصد 1RM
۱۹/۶۳ \pm ۱/۴۷	۵۸/۵۱ \pm ۳/۹۵	۱۷۲/۷۳ \pm ۴/۲۳	۱۹/۷۵ \pm ۰/۸۸	۷۰-۸۰ درصد 1RM
۲۰/۵۱ \pm ۱/۵۳	۶۰/۹۶ \pm ۴/۰۸	۱۷۲/۰۴ \pm ۷/۹۲	۲۰/۳۳ \pm ۱/۳۰	۸۰-۹۰ درصد 1RM

1. Chelly
2. Stock & Thompson

پایین هستند؛ سیگنال‌های کمتر از ۱۰ هرتز نیز حذف گردیدند. بنابراین، پهنای باند فیلتر شده برای الکترومیوگرافی سطحی بین ۵۰۰ - ۱۰ هرتز در نظر گرفته شد (جاکوبسن و دیگران، ۲۰۱۳). سپس به منظور پردازش سیگنال‌ها، از نرم افزار متلب^۱ استفاده شد؛ بدین صورت که ابتدا دامنه موج الکترومیوگرافی عضله پهن خارجی و پهن داخلی و میانگین فرکانس توان^۲ با استفاده از مقادیر مطلق میانگین سیگنال‌های اصلاح شده در بازه های زمانی ۱ ثانیه‌ای محاسبه شد. سپس مدت زمان انقباض به تناوب‌های زمانی ۱۰ درصد تقسیم گردید و بزرگی موج الکترومیوگرافی و میانگین فرکانس توان محاسبه شده در بازه‌های زمانی ۱ ثانیه‌ای برای هر ۱۰ درصد از مدت زمان میانگین انقباض، گرفته شد (آگار^۳ و دیگران، ۲۰۰۰؛ آندرسن و دیگران، ۲۰۰۸؛ جاکوبسن و دیگران، ۲۰۱۳). از مقادیر مطلق میانگین سیگنال‌های اصلاح شده در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون و تفاوت این دو در هر عضله، مقادیری به دست آمد که بعد از تقسیم مقادیر عضله پهن خارجی به پهن داخلی، میزان نسبت هم فعال سازی^۴ عضله پهن خارجی به پهن داخلی حاصل گردید (آمارانتینی و برو، ۲۰۱۵).

روش اندازه‌گیری قدرت عضلانی پایین تنه: این شاخص از طریق اجرای حرکت نیم اسکات طی ۵ مرتبه آزمایش مورد سنجش قرار گرفت و بیشترین مقدار وزنه به عنوان حداکثر قدرت عضلانی پایین‌تنه فرد در نظر گرفته شد (چلی و دیگران، ۲۰۰۹).
روش اندازه‌گیری توان انفجاری پایین تنه: این شاخص از طریق اجرای پرش عمودی سارجنت^۵ در ۳ بار پرش با فواصل استراحت ۵ دقیقه‌ای بین هر آزمون اندازه‌گیری شد؛ بدین صورت که بهترین مقدار پرش عمودی هر فرد در نظر گرفته شد. سپس با استفاده از فرمول زیر، اوج توان انفجاری به دست آمد (جانسون و بهاموند^{۱۱}، ۱۹۹۶).

در ابتدای کار، یک هفته آشناسازی با روش آزمون‌ها و روش اجرای تمرینات انجام شد. طی حدود ۵ جلسه، اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتریک، متغیرهای عصبی-عضلانی، توان انفجاری، قدرت عضلات پایین‌تنه و توان بی‌هوازی پایین‌تنه صورت گرفت. ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه آزمون‌گیری، برنامه تمرینی به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه در سالن مجموعه ورزشی تختی شهرستان کاشمر به اجرا درآمد. در پایان ۱۲ هفته و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، تمامی آزمون‌های به اجرا درآمده در پیش‌آزمون، تکرار شدند (پس‌آزمون).

نحوه اندازه‌گیری متغیرهای عصبی-عضلانی: به منظور اندازه‌گیری متغیرهای عصبی، از دستگاه الکترومیوگرافی (EMG) ۱۶ کاناله ساخت شرکت بیوالکترونی کای ایتالیا^۱ و الکترودهای ثبت‌کننده سیگنال (الکترودهای خطی ۸ کاناله سطحی^۲) استفاده شد؛ بدین صورت که در ابتدا برای کاهش مقاومت ظاهری الکتریکی در محل اتصال لیدها، موهای زائد پوست تراشیده شد. سپس پوست توسط کاغذ سمباده ریز ساییده شد و با استفاده از یک پنبه آغشته به الکل تمیز گردید و در نهایت، پوست به ژل مخصوص آغشته شد. سپس الکترودهای خطی EMG سطحی در دو نقطه بر روی قسمت دیستال دو عضله پهن خارجی و پهن داخلی پای برتر آزمودنی‌ها نصب گردید. در ادامه، هر آزمودنی با قرار گرفتن بر روی دستگاه پرس پا، با بار و تکرار مشخص شده از قبل، شروع به فلکشن و اکستنشن زانو نمود. در این حالت و هنگامی که آزمودنی با سرعت پای برتر را به حالت اکستنشن در می‌آورد، مقدار سیگنال‌های سطحی از دو عضله مذکور گرفته شد. برای فیلتر کردن سیگنال‌ها، از یک فیلتر پایین‌گذر^۳ و یک فیلتر بالاگذر^۴ استفاده گردید. ابتدا با یک فیلتر پایین‌گذر، فرکانس‌های بالاتر از 500 هرتز حذف شد و به دلیل جلوگیری از سیگنال‌های آرتیفکتی^۵ که عموماً دارای فرکانس

$$1308 - \text{قد (سانتی متر)} \times 15/3 - \text{وزن (کیلوگرم)} \times 60/6 + \text{پرش عمودی (سانتی متر)} \times 78/5 = \text{توان (وات)}$$

1. EMG amplifier, EMG-16 LISiN-OT Bioelettronica, Torino Italy, bandwidth 10-500 Hz

2. 8-bar surface electrodes (Unique Medical, Tokyo, Japan)

3. Low pass

5. Artifacts

7. Mean power frequency

9. Ratio of coactivation

11. Johnson & Bahamonde

4. High pass

6. Matlab

8. Aagaard

10. Sargent jumping

مقدماتی، دنبال بارهایی بودیم که اولاً آزمودنی‌ها بتوانند حداقل بیشتر از ۳ تکرار را در ۳ نوبت متوالی اجرا کند؛ ثانیاً این بارها فاصله زیادی از یکدیگر نداشته باشند. لذا سه باری که پشت سر هم و نزدیک به یکدیگر بودند در بررسی مقدماتی^۳ مشخص کردیم (جدول ۲). ایستگاه‌های تمرینی شامل ۶ حرکت پرس پا، نیم اسکات، خم کردن زانو با دستگاه، بلند شدن روی پنجه پا، بازکردن زانو با دستگاه، و پشت ران بود که جهت رعایت اصل اضافه بار، وزنه تمرینی هر ۲ هفته یک بار مورد بررسی قرار می‌گرفت و در صورت لزوم، بار مورد نظر با توجه به تعداد تکرارهای ثابت، اضافه می‌شد. به عبارت دیگر، تعداد تکرارها تا آخرین جلسه تمرینی بدون تغییر باقی ماند و در صورت لزوم، فقط بر وزنه مورد نظر در هر ایستگاه طی هر دو یا سه جلسه، اضافه می‌شد تا شاهد تغییرات مورد نظر در سازگاری‌های عصبی-عضلانی ورزشکاران باشیم. در پایان ۳۶ جلسه تمرین، تمام آزمون‌ها تکرار شدند (پس آزمون).

روش اندازه‌گیری توان بی‌هوازی پایین‌تنه: برای ارزیابی توان بی‌هوازی شرکت‌کنندگان از آزمون رست^۱ استفاده گردید؛ بدین صورت که ۶ بار مسافت ۳۵ متری با فواصل استراحت ۱۰ ثانیه ای بین هر مسافت انجام و داده‌ها ثبت گردید. سپس زمان هر دو (ثانیه) تعیین و با گذاشتن در فرمول (زمان ÷ مسافت × وزن فرد = توان بی‌هوازی)، مقادیر توان بی‌هوازی برای هر مرحله به دست آمد. با توجه به اینکه هر فرد این مسافت ۳۵ متری را ۶ بار تکرار می‌کند و ۶ زمان متفاوت بدست می‌آید، ۶ مقدار توان بی‌هوازی به دست می‌آید و میانگین این ۶ مقدار، به عنوان توان بی‌هوازی شرکت‌کنندگان در نظر گرفته شد (کثیر^۲ و دیگران، ۲۰۱۳).

پروتکل تمرینی و روش اجرای آن: بعد از انجام آزمون‌ها در ابتدای مطالعه (پیش آزمون)، سه گروه تجربی، تمرینات توانی-قدرتی را طبق پروتکلی که در جدول ۲ آورده شده است، به اجرا درآوردند. بارها و تکرارهای این جدول به صورت یک پروتکل خود ساخته تنظیم شده است. بدین صورت که ابتدا از طریق بررسی

جدول ۲. برنامه تمرینات مقاومتی - توانی در گروه‌های تجربی

گروه‌های تمرینی	۶۰-۷۰ درصد 1RM	۷۰-۸۰ درصد 1RM	۸۰-۹۰ درصد 1RM
تعداد نوبت‌ها	۳	۳	۳
تعداد ایستگاه‌ها	۶	۶	۶
سرعت اجرا	انفجاری	انفجاری	انفجاری
تعداد تکرارها	۸-۱۱	۵-۸	۵-۳
استراحت بین نوبت‌ها (دقیقه)	۱-۲	۱-۲	۱-۲
استراحت بین ایستگاه‌ها (دقیقه)	۳-۵	۳-۵	۳-۵
تعداد جلسات متناوب در هفته	۳	۳	۳
زمان هر جلسه (دقیقه)	۶۰	۶۰	۶۰
کل جلسات هفتگی	۳۶	۳۶	۳۶

1. Rast
2. Keir
3. Pilot study

داد که ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی- توانی با بارهای مختلف، باعث تغییر معنی داری ($p=0/03$) در قدرت عضلانی پایین تنه شده است. آزمون تعقیبی نشان داد که در بین سه گروه تمرینی، تفاوت معنی داری صرفاً بین گروه بار سبک با بار سنگین ($p=0/01$) وجود دارد. از طرف دیگر، نتایج آزمون t وابسته نیز افزایش معنی دار این شاخص را در هر سه گروه تمرینی نشان داد (جدول ۳). همچنین آزمون ANCOVA نشان داد که ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی- توانی با بارهای مختلف، باعث تغییر معنی داری در توان بی‌هوازی پایین تنه شده است ($p=0/001$). آزمون تعقیبی نشان داد که در بین سه گروه تمرینی، تفاوت معنی داری بین گروه بار سبک با بار متوسط ($p=0/02$) و گروه بار سبک با بار سنگین ($p=0/001$) وجود دارد. آزمون t وابسته نیز افزایش معنی دار این شاخص را در دو گروه تمرینی بار متوسط و بار سنگین آشکار ساخت (جدول ۳). علی‌رغم نتایج فوق، ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی- توانی با بارهای مختلف، باعث تغییر معنی داری در میانگین فرکانس توان عضله پهن داخلی ($p=0/31$) و هم فعال‌سازی نسبت عضله پهن خارجی به پهن داخلی ($p=0/78$) نشد. از طرف دیگر، آزمون t وابسته تغییر معنی دار میانگین فرکانس توان عضله پهن داخلی را در هیچ یک از گروه‌ها نشان نداد (جدول ۳)؛ اما افزایش معنی دار هم فعال‌سازی عضله پهن خارجی به پهن داخلی فقط در گروه‌های تمرینی بار سبک ($p=0/03$) و بار متوسط ($p=0/006$) نشان داده شد (جدول ۳). نهایتاً این که با آزمون ANCOVA مشخص گردید که اجرای بارهای مختلف تمرینات مقاومتی- توانی (۱۲ هفته)، تاثیر معنی داری بر میانگین و اوج توان انفجاری پایین تنه ندارد ($p=0/15$)؛ اما نتایج آزمون t وابسته افزایش معنی دار ($p=0/02$) را صرفاً در گروه تمرینی بار سنگین نشان داد (جدول ۳).

روش های آماری: داده‌های جمع آوری شده از پیش آزمون و پس آزمون با کمک نرم افزار SPSS ویرایش ۲۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. پس از تأیید طبیعی بودن توزیع نظری داده‌ها با استفاده از آزمون آماری شاپیرو- ویلک و همگنی واریانس‌ها توسط آزمون لون؛ از آزمون تحلیل کوواریانس^۱ و آزمون تعقیبی LSD^۲ برای مشخص کردن تفاوت بین گروهی، و از آزمون t وابسته برای بررسی تغییرات درون گروهی استفاده شد. سطح معنی داری برای آزمون فرضیه‌های آماری، $p<0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها

یافته های آزمون ANCOVA نشان داد که ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی- توانی با بارهای مختلف، باعث افزایش معنی داری در میانگین فرکانس توان عضله پهن خارجی می شود ($p=0/02$) (جدول ۳). آزمون تعقیبی نشان داد که تفاوت معنی داری در میانگین فرکانس توان عضله پهن خارجی بین گروه بار سبک با بار سنگین ($p=0/01$) و بین گروه بار متوسط با بار سنگین ($p=0/02$) وجود دارد؛ اما تفاوت معنی داری بین گروه سبک و متوسط مشاهده نگردید. آزمون t وابسته نیز افزایش معنی دار پس آزمون نسبت به پیش آزمون را در تمام گروه‌های تمرینی نشان داد (جدول ۳، p درون گروهی).

علاوه بر این‌ها، آزمون ANCOVA نشان داد که ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی- توانی با بارهای مختلف باعث افزایش معنی داری در مقادیر آمپلی تود EMG عضله پهن خارجی ($p=0/04$) و پهن داخلی ($p=0/01$) شده است (جدول ۳). آزمون تعقیبی نشان داد که در بین سه گروه تمرینی، تفاوت معنی داری صرفاً بین گروه بار سبک با بار سنگین در عضله پهن خارجی ($p=0/01$) و پهن داخلی ($p=0/006$) وجود دارد. به علاوه، آزمون ANCOVA نشان

جدول ۳. بررسی مقایسه تغییرات بین گروهی و درون گروهی تغییرهای عضلانی و عملکردی شرکت کنندگان

مقدار p	مقدار F	تفاوت درون گروهی		وضعیت آزمون		گروه‌ها	متغیرها
		مقدار p	مقدار t	پس آزمون	پیش آزمون		
۰/۰۲	۵/۴۰*	۰/۰۰۶	-۵/۳۸*	۸۲/۴۰±۳/۰۸	۸۰±۲/۹۱	بار سبک	میانگین فرکانس
		۰/۰۰۴	-۰/۷۲*	۹۰/۳±۴/۶۵	۸۶±۱۰/۴۶	بار متوسط	توان عضله پهن
		۰/۰۰۴	-۵/۹۰*	۹۹/۲۹±۵/۹۷	۸۰/۴۰±۷/۳۰	بار سنگین	خارجی (هرتز)
۰/۳۱	۱/۲۸	۰/۴۹	-۰/۷۴	۸۶/۹۹±۶/۹۴	۸۴/۴۰±۱۳/۰۴	بار سبک	میانگین فرکانس
		۰/۱۵	-۹/۳۱	۸۶/۴۹±۵/۵۹	۸۱/۶۰±۴/۷۲	بار متوسط	توان عضله پهن
		۰/۰۹	-۲/۱۶	۸۷/۵۸±۱۰/۰۹	۷۷/۶۰±۹/۲۸	بار سنگین	داخلی (هرتز)
۰/۰۴	۳/۷۹*	۰/۰۰۲	-۶/۹۲*	۳۱۴/۵۶±۹۳/۳۴	۲۸۱/۴۰±۸۵/۸۶	بار سبک	آمپلی تود EMG
		۰/۰۰۰۱	-۱۱/۶۵*	۳۸۶/۸۸±۵۷/۴۹	۳۴۴/۶۰±۵۳/۱۲	بار متوسط	عضله پهن خارجی (میکرو ولت)
		۰/۰۰۴	-۵/۷۹*	۲۹۷/۷۵±۱۱۴/۹۶	۲۸۳/۲۰±۹۱/۹۷	بار سنگین	
۰/۰۱	۵/۷۲*	۰/۰۰۰۱	-۱۱/۸۵*	۲۸۴/۳۳±۶۲/۷۰	۲۶۱/۲۰±۶۴/۸۲	بار سبک	آمپلی تود EMG
		۰/۰۰۰۱	-۱۰/۵۳*	۳۴۵/۶۳±۶۶/۱۱	۳۱۱/۸۰±۵۹/۶۹	بار متوسط	عضله پهن داخلی (میکرو ولت)
		۰/۰۰۷	-۵/۱۰*	۲۹۶/۲۱±۹۴/۲۶	۲۴۲/۸۰±۹۲/۳۰	بار سنگین	
۰/۷۸	۰/۲۴	۰/۰۰۳	۳/۱۸*	۳۳/۱۶±۱۰/۷۱	۲۳/۱۳±۴/۳۶	بار سبک	نسبت هم انقباضی
		۰/۰۰۶	۵/۲۳*	۴۲/۲۸±۸/۱۱	۳۳/۸۳±۷/۱۸	بار متوسط	عضله پهن خارجی
		۰/۶۹	۰/۴۲	۵۹/۵۵±۲۲/۹۹	۵۳/۴۱±۲۳/۴۰	بار سنگین	به پهن داخلی
۰/۰۳	۳/۸۰*	۰/۰۰۰۱	-۱۲/۸۰*	۱۰۷/۲۲±۱۰/۹۲	۶۶/۶۶±۱۰	بار سبک	قدرت عضلانی
		۰/۰۰۱	-۵/۸۴*	۱۱۳/۱۲±۲۵/۴۸	۷۰±۱۳/۳۶	بار متوسط	پایین تنه (کیلوگرم)
		۰/۰۰۰۱	-۳۷/۹۶*	۱۳۷/۹۱±۱۳/۷۲	۸۳/۳۳±۱۳/۲۰	بار سنگین	
۰/۰۰۱	۹/۲۷*	۰/۳۷	۰/۹۴	۴۰۴/۶۹±۸۱/۸۳	۴۱۷/۹۸±۷۷/۳۶	بار سبک	توان بی هوازی
		۰/۰۰۷	-۳/۷۷*	۴۲۶/۴۰±۶۳/۱۷	۳۹۶/۰۲±۵۴/۷۳	بار متوسط	پایین تنه (وات)
		۰/۰۰۰۱	-۴/۹۲*	۴۷۲/۰۶±۸۶/۶۲	۴۱۰/۴۰±۷۲/۴۴	بار سنگین	
۰/۱۵	۲/۰۲	۰/۷۸	-۰/۲۸	۲۳۳۷/۳۶±۳۳۹/۸۷	۲۳۲۲/۱۸±۳۰۲/۴۶	بار سبک	میانگین توان
		۰/۰۵	-۲/۳۱	۲۲۹۲/۹۶±۲۷۶/۹۲	۲۱۲۲/۷۰±۲۲۶/۵۵	بار متوسط	انفجاری (وات)
		۰/۰۲	-۲/۶۸*	۲۳۸۸/۳۵±۴۱۶/۲۲	۲۲۹۷/۷۹±۳۸۵/۳۷	بار سنگین	
۰/۱۵	۲/۰۲	۰/۷۸	-۰/۲۸	۴۳۱۸/۸۹±۶۶۷/۳۲	۴۲۹۰/۱۱±۶۱۹/۶۹	بار سبک	اوج توان انفجاری
		۰/۰۵	-۲/۳۱	۴۲۱۶/۶۶±۵۴۶/۰۵	۳۸۹۳/۸۳±۴۳۶/۷۱	بار متوسط	(وات)
		۰/۰۲	-۲/۶۸*	۴۴۰۲/۵۶±۸۴۵/۰۰	۴۲۳۰/۸۴±۷۹۴/۴۷	بار سنگین	

* نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح $p < 0.05$: بار سبک = ۷۰-۶۰ درصد 1RM، بار متوسط = ۸۰-۷۰ درصد 1RM، بار سنگین = ۹۰-۸۰ درصد 1RM.

بحث

تمرینات مقاومتی- توانی حاصل می‌شود. به عبارت دیگر، به کارگیری واحدهای حرکتی بیشتر، نرخ کدگذاری بالاتر، سرعت هدایت تار عضلانی بیشتر، همزمانی واحدهای حرکتی و تا حدودی فرکانس شلیک واحدهای حرکتی فزاینده تر؛ در این شدت به دست می‌آید. آمارانتینی و برو (۲۰۱۵) نیز به این نتیجه رسیدند که با افزایش شدت تمرینات مقاومتی، VL MPF افزایش بیشتری دارد؛ اما VM MPF تغییری نمی‌کند و یا این تغییر ناچیز است. اما لینامو و دیگران (۲۰۰۰) نشان داده اند که تمرین مقاومتی با شدت ۴۰ درصد 1RM، منجر به افزایش بیشتری در VM MPF نسبت به تمرینات مقاومتی با شدت ۶۷ درصد 1RM، می‌شود. ساکاموتو و سینکلیر (۲۰۱۲) نیز نشان داده اند که بارهای سبک‌تر نسبت به بارهای سنگین تر، منجر به MPF بیشتری در عضلات بالاتنه می‌شوند؛ یافته‌ای که با نتایج ما همسو نمی‌باشد. احتمالاً یکی از علل اصلی این ناهمسویی، نوع برنامه تمرینی، تعداد نوبت‌ها و تکرارهای متفاوتی بوده است که در برنامه تمرینی این دو محقق وجود دارد.

یافته‌های بدست آمده از تحقیق حاضر بیانگر آن است که یک برنامه تمرینی مقاومتی- توانی ۱۲ هفته‌ای با بار سنگین، باعث افزایش معنی‌داری در آمپلی تود EMG عضله پهن خارجی و آمپلی تود EMG عضله پهن داخلی نسبت به بار سبک می‌شود؛ اما بین سایر بارها با یکدیگر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. هر سه بار نیز باعث افزایش معنی‌داری در VL EMG AMP و VM EMG AMP شدند. این نتیجه با یافته‌های رادرفورد^۵ و دیگران (۲۰۰۱) و جاکوبسن و دیگران (۲۰۱۳) همخوانی دارد و یافته‌های ناهمسویی در این خصوص تاکنون یافت نشده است. رادرفورد و دیگران (۲۰۰۱) به این نتیجه رسیده اند که برنامه‌های تمرینات مقاومتی- توانی با شدت‌های مختلف، منجر به افزایش معنی‌داری در MG AMPE در عضلات خم‌کننده و بازکننده زانو می‌شوند؛ اما میزان افزایش در شدت‌های مختلف، مورد مقایسه قرار نگرفته است. جاکوبسن و دیگران (۲۰۱۳) نیز گزارش کرده اند که بار سنگین نسبت به بارهای سبک و متوسط، منجر به افزایش بیشتری در VL EMG AMP و VM EMG AMP می‌شود و تمرینات با شدت بالاتر، سازگاری‌های عصبی بیشتری ایجاد می‌کنند. متغیر دیگری که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت، نسبت

هدف اصلی تحقیق، بررسی تغییرات حاصل از EMG و سازگاری‌های عضلانی ناشی از ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی- توانی با بارهای مختلف بود. تغییرات EMG ایجاد شده، به ماهیت عوامل عصبی درگیر و به‌طور خاص، به ترکیب نوع تار عضلانی، همزمانی واحدهای حرکتی، فراخوانی واحدهای حرکتی و سرعت هدایت تار عضلانی ارتباط داده می‌شود. یافته‌های به دست آمده از این تحقیق، بیانگر آن است که در یک برنامه تمرینی مقاومتی- توانی ۱۲ هفته‌ای، بار سنگین باعث افزایش معنی‌داری در میانگین فرکانس توان عضله پهن خارجی^۱ (VL MPF) نسبت به سایر بارها شده و هر سه بار نیز باعث افزایش معنی‌داری در VL MPF شده‌اند. اما این برنامه تمرینی منجر به ایجاد تفاوت‌های بین گروهی و درون گروهی معنی‌داری در میانگین فرکانس توان عضله پهن داخلی نشد. این نتایج با یافته‌های پینسیورو^۲ و دیگران (۲۰۰۱)، آمارانتینی و برو (۲۰۱۵) همخوانی دارد؛ اما با یافته‌های لینامو^۳ و دیگران (۲۰۰۰)، ساکاموتو و سینکلیر (۲۰۱۲) همخوانی ندارد. پینسیورو و دیگران (۲۰۰۱) نشان دادند که تمرینات قدرتی- توانی ۸ هفته‌ای در ۳۰ آزمودنی فعال، منجر به افزایش VL MPF می‌شود، اما فرکانس عضله پهن داخلی^۴ (VM MPF) بدون تغییر باقی می‌ماند. نکته قابل توجه افزایش VL MPF در شدت‌های بالاتر 1RM نسبت به شدت‌های پایین‌تر می‌باشد؛ به طوری که بالاترین مقادیر VL MPF در شدت ۹۰ درصد 1RM به دست آمده است. علت اصلی عدم تغییر در VM MPF را این محققین درصد بیشتر تارهای عضلانی نوع یک در عضله پهن داخلی نسبت به پهن خارجی عنوان کرده اند. به عبارت دیگر، یک نوع سازگاری عصبی منجر به چنین تغییری در دو نوع عضله همکار می‌شود. عضله پهن خارجی به دلیل داشتن تارهای نوع دوم بیشتر، سازگاری بیشتری را در اثر تمرینات مقاومتی ایجاد می‌کند و این منجر به افزایش متغیرهای عصبی- عضلانی هنگام این نوع تمرینات می‌شود. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر، MPF در عضله پهن خارجی در شدت‌های بالاتر، درصد افزایش بیشتری نسبت به دو نوع بار متوسط و سبک (۲۳/۴۹ درصد در مقابل ۵ و ۳ درصد) داشته است؛ می‌توان نتیجه گرفت که سازگاری عصبی، اغلب در شدت‌های بالاتر

1. Vastus lateralis muscle power frequency
2. Pincivero
3. Linnamo

4. Vastus medialis muscle power frequency
5. Rutherford

پایین تنه طی حرکت نیم اسکات می‌شود. با این حال، شهیدی و دیگران (۲۰۱۲) نشان داده اند که بین بارهای تمرینی ۸۰-۷۰ درصد 1RM و ۶۰-۵۰ درصد 1RM، تفاوت معنی‌داری در قدرت عضلانی پایین‌تنه فوتبالیست‌ها وجود ندارد؛ نتیجه‌ای که با تحقیق حاضر همسو نیست. تعداد تکرارها در برنامه تمرینی این محقق متفاوت از برنامه تمرینی ما بوده است.

نتایج به دست آمده از توان بی‌هوازی پایین‌تنه نشان داد که هر دو بار سنگین و متوسط، باعث افزایش معنی‌داری در توان بی‌هوازی پایین‌تنه نسبت به بار سبک می‌شوند؛ در حالی که بین بار سنگین با متوسط، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. این نتایج با نتایج به دست آمده از تحقیق چلی و دیگران (۲۰۰۹) همخوانی دارد؛ در حالی که با یافته‌های ویلسن^۱ و دیگران (۱۹۹۳) همسو نیست. چلی و دیگران (۲۰۰۹) طی ۸ هفته تمرینات مقاومتی-توانی بر روی ۲۲ بازیکن فوتبال به این نتیجه رسیدند که بارهای بیشتر از ۹۰-۸۰ درصد 1RM، تأثیر بیشتری بر افزایش توان بی‌هوازی (اندازه‌گیری شده با آزمون وینگیت) بازیکنان فوتبال دارد؛ اما ویلسن و دیگران (۱۹۹۳) طی ۱۰ هفته تمرینات مقاومتی-توانی بر روی سه گروه از ورزشکاران دارای سابقه کار مقاومتی، مشاهده کردند که گروه تمرینی بار سبک، دارای توان بی‌هوازی بالاتری نسبت به سایر گروه‌ها است. این ناهمسوئی به احتمال زیاد، به تعداد ایستگاه‌های کم (تعداد ۳ ایستگاه در برنامه تمرینی) نسبت داده می‌شود.

نتایج به دست آمده از توان انفجاری، تفاوت معنی‌داری بین سه گروه تمرینی را نشان نداد، اما بار سنگین باعث افزایش معنی‌داری در توان انفجاری فوتبالیست‌ها شد. این نتیجه‌گیری با یافته‌های شهیدی و دیگران (۲۰۱۲) همسو است، ولی با یافته‌های گوروستیاگا^۲ و دیگران (۲۰۰۴) همخوانی ندارد. نتایج حاصل از کار شهیدی و دیگران (۲۰۱۲) حاکی از آن است که هیچ تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تمرینی سبک و سنگین در توان انفجاری پایین‌تنه وجود ندارد؛ اما گوروستیاگا و دیگران (۲۰۰۴) نشان دادند که ۱۱ هفته تمرین توانی-مقاومتی با بار سنگین، تأثیر معنی‌داری بر توان انفجاری بازیکنان فوتبال ندارد؛ اما بار سبک تر، منجر به افزایش توان انفجاری بازیکنان می‌شود. علت این ناهمسوئی می‌تواند به تعداد جلسات کم تمرینی در تحقیق فوق مربوط باشد.

هم انقباضی عضله پهن خارجی به پهن داخلی بود. به عبارت دیگر، دو عضله همکار مورد بررسی قرار گرفت و بر این اساس، بین بارهای مختلف، تفاوت معنی‌داری در هم انقباضی این دو عضله مشاهده نشد؛ اما بارهای سبک و متوسط، افزایش معنی‌داری را در هم انقباضی ایجاد کردند. علت این امر بسیار واضح و روشن است؛ در بار سنگین، هر دو VL EMG AMP و VM EMGAMP به نسبت تقریباً مساوی با یکدیگر افزایش داشته‌اند؛ و حتی مقادیر افزایش VL EMG AMP نسبت به VM EMGAMP بسیار کم و نزدیک به یک می‌باشد؛ لذا در هم انقباضی این دو عضله (یعنی تقسیم تغییرات آمپلی تود EMG عضله پهن خارجی به تغییرات آمپلی تود EMG عضله پهن داخلی)، تغییرات چندانی را نمی‌توان مشاهده کرد (سهام تغییرات = ۱/۱). از آنجا که در بارهای سبک و متوسط (به طور خاص سبک)، افزایش مقادیر VL EMG AMP به مراتب بیشتر از VM EMG AMP می‌باشد (به ترتیب ۴۳/۱ و ۲۴/۱)؛ هم انقباضی ایجاد شده در خصوص این دو بار معنی‌دار و به مراتب بیشتر از مقادیر بار سنگین بود. به عبارت دیگر، صرفاً دو بار سبک و متوسط موجب تغییرات معنی‌دار در عضله پهن خارجی نسبت به پهن داخلی شدند. در تحقیقات مختلف، هم انقباضی عضلات آگونئیست و آنتاگونئیست به‌طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان مثال، آمارنتینی و برو (۲۰۱۵)، به این نتیجه رسیده اند که تمرینات مقاومتی-توانی در شدت‌های مختلف، منجر به ایجاد سازگاری‌هایی در دو عضله پهن خارجی و پهن داخلی به نسبت دو عضله نیم‌وتری و دو سر رانی می‌شوند که حاصل آن کاهش هم انقباضی این دو گروه عضله مخالف می‌باشد. دیگر یافته‌های به دست آمده از تحقیق بیانگر آن است که در یک برنامه تمرینی مقاومتی-توانی ۱۲ هفته‌ای، اعمال بار سنگین، باعث افزایش معنی‌داری در قدرت عضلانی پایین‌تنه نسبت به بار سبک شد؛ اما بین سایر بارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. ضمن این که هر سه بار نیز باعث افزایش معنی‌داری در قدرت عضلانی پایین‌تنه گردیدند. این نتیجه با یافته‌های هلگروود^۱ و دیگران (۲۰۱۱) همخوانی دارد، اما با یافته‌های شهیدی و دیگران (۲۰۱۲) همسو نیست. هلگروود و دیگران (۲۰۱۱) به این نتیجه رسیده اند که تمرینات توانی-قدرتی با شدت ۹۰ درصد 1RM برای مدت ۸ هفته، منجر به افزایش ۵۲ درصدی قدرت عضلانی

1. Helgrud
2. Wilson
3. Gorostiaga

مقاومتی- توانی هم در فصل مسابقه و هم پیش از فصل مسابقه اهمیت دارد؛ به مرئیان توصیه می‌شود که به منظور نتیجه‌گیری موثر، تمرینات مقاومتی- توانی را به عنوان یک جزء تمرینی مهم، در این فصول برنامه ریزی و طراحی نمایند.

قدردانی و تشکر

در پایان از زحمات بی دریغ کلیه بازیکنان منتخب فوتبالی دانشگاه‌های دولتی، پیام نور، آزاد و جهاد دانشگاهی کاشمر که در طی این مدت ۳۶ جلسه محققین را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌نماییم. ضمناً یافته‌های منعکس شده در این تحقیق، از داده‌های پایان نامه دوره دکتری مصوب در دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه حکیم سبزواری می‌باشد.

نتیجه‌گیری: در استفاده از EMG سطحی، معمولاً گرفتن سیگنال بدلیل نویز بالا، بسیار سخت است و فیلتر کردن آن‌ها نیز نیاز به دقت بالایی دارد؛ از این رو به پژوهشگران توصیه می‌شود تا حد امکان از EMG درون عضلانی (با سوزن‌های مخصوص) استفاده نمایند؛ چرا که هم متغیرهای زیادی را با این روش می‌توان مورد ارزیابی قرار داد و هم گرفتن سیگنال بسیار راحت‌تر می‌باشد. در کل، هنگام برنامه ریزی تمرینات مقاومتی- توانی برای بازیکنان فوتبال، بهتر است از شدت‌های بالای این نوع تمرینات با اعمال بار سنگین (۹۰-۸۰ درصد 1RM) با سرعت بالا و تکرار کم (۳-۵) استفاده شود، تا شاهد سازگاری‌های عصبی- عضلانی بیشتری در بازیکنان باشیم. از آنجا که اجرای تمرینات

منابع

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., & Magnusson, S. P. (2000). Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: Effects of resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 89(6), 2249-2257.
- Amarantini, D., & Bru, B. (2015). Training-related changes in the EMG-moment relationship during isometric contractions: Further evidence of improved control of muscle activation in strength-trained men?. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25(4), 697-702.
- Andersen, L. L., Andersen, J. L., Magnusson, S. P., Suetta, C., Madsen, J. L., Christensen, L. R., & Aagaard, P. (2005). Changes in the human muscle force-velocity relationship in response to resistance training and subsequent detraining. *Journal of Applied Physiology*, 99(1), 87-94.
- Andersen, L. L., Andersen, C. H., Zebis, M. K., Nielsen, P. K., Sogard, K., & Sjogaard, G. (2008). Effect of physical training on function of chronically painful muscles: A randomized controlled trial. *Journal of Applied Physiology*, 105(6), 1796-1801.
- Chelly, M. S., Fathloun, M., Cherief, N., Benamer, M., Tabka, Z., & Vanpraaagh, E. (2009). Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(8), 2241-2249.
- Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., & Chatard, J. C. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 22(1), 45-51.
- Cormie, P., McGuigan, M., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1 biological basis of maximal power production. *Sports Medicine*, 41(1), 17-38.

- Delecluse, C., Van Coppenolle, H., Willems, E., Van Leemputte, M., Diels, R., & Goris, M. (1995). Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(8), 1203-1209
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 625-631.
- Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Ruesta, M., Iribarren, J., Gonzalez, J. J., & Ibanez, J. (2004). Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 91(5), 698-707.
- Harris, G. R., Stone, M. H., O'bryant, H. S., Proulx, C. M., & Johnson, R. L. (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(1), 14-20.
- Harris, N. K., Cronin, J. B., Hopkins, W. G., & Hansen, K. T. (2008). Squat jump training at maximal power loads vs heavy loads: effect on sprint ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1742-1749.
- Helgrud, H., Roads, G., Kemi, O. J., & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *International Journal of Sports Medicine*, 32(9), 677-682.
- Hoff, J., Helgerud, J., & Gran, A. (2002). Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Journal Medicine & Science in Sports*, 12(5), 288-295.
- Jakobson, M. D., Sundstrup, E., Andersen, C. H., Aagaard, P., & Andersen, L. L. (2013). Muscle activity during leg strengthening exercise using free weights and elastic resistance: Effects of ballistic vs controlled contractions. *Human Movement Science*, 32(1), 65-78.
- Johnson, D. L., & Bahamonde, R. (1996). Power output estimate in university athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(3), 161-166.
- Keir, A. K., Theriault, F., & Serresse, O. (2013). Evaluation of the running-based anaerobic sprint test as a measure of repeated sprint ability in collegiate-level soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1671-1678.
- Linnamo, V., Newton, R. U., Hakkinen, K., Komi, P. V., Davie, A., McGuigan, M., & Triplett McBride, T. (2000). Neuromuscular responses to explosive and heavy resistance loading. *Journal Electromyography and Kinesiology*, 10(6): 417-424.
- Pincivero, D. M., Campy, R. M., Salfetnikov, Y., Bright, A., & Coelho, A. J. (2001). Influence of contraction intensity, muscle, and gender on median frequency of the quadriceps femoris. *Journal of Applied Physiology*, 90(3), 804-810.
- Rutherford, O. M., Purcell, C., & Newham, D. J. (2001). The human force-velocity relationship: Activity in the knee flexor and extensor muscles before and after eccentric practice. *European Journal of Applied Physiology*, 84(1), 133-140.
- Sakamoto, A., & Sinclair, P. J. (2012). Muscle activations under varying lifting speeds and intensities during bench press. *European Journal of Applied Physiology*, 112(3), 1015-1025.

Salaj, S., & Markovic, G. (2011). Specificity of jumping, sprinting, and quick change-of-direction motor abilities. *Journal Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1249-1255.

Sander, A., Keiner, M., Wirth, K., & Schmidtbleicher, D. (2013). Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players. *European Journal of Sport Science*, 13(5), 445-451.

Shahidi, F., Ghareh, A., Najad Panah, M., & Lotfi, G. (2012). The effect of two resistance training types on muscle fitness and anaerobic capacity in 16-18 years old male soccer players. *Annals of Biological Research*, 3(6), 2713-2717.

Stock, M. S., & Thompson, B. J. (2014). Sex comparisons of strength and coactivation following ten weeks of deadlift training. *Journal of Musculoskeletal Neuronal Interact*, 14(3), 387-397.

Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(11), 1279-1286.



Abstract**The effect of 12 weeks of strength-power training with different loads on neuromuscular adaptations in college soccer players****Ali Asghar Mazani^{1*}, Mohammad Reza Hamed Ni², Amir Hossein Haghghi³, Nosratoallah Hedayat Pour⁴**

1. PhD of Exercise Physiology, Kashmar Higher Education Institute, Kashmar, Iran.

2. Full Professor of Exercise Physiology, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.

3. Associate Professor of Exercise Physiology, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.

4. Assistant Professor of Exercise Physiology, Bojnord University, Bojnord, Iran.

Background and Aim: There is disagreement about transmitting the effects and the kind of strength- power training for making optimal neuromuscular adaptations in soccer players. The aim of the present study was the effect of 12 strength-power training weeks with different loads on neuromuscular adaptations in college soccer players. **Materials and Methods:** In this Quasi-experimental study, 36 subjects from 4 universities were divided into 3 equal groups based on a random sampling. Strength-power training program were carried out for 12 weeks (3 sessions per week) for all groups. In stages of pre test and post test were taken electromyographic amplitude and mean power frequency of vastus lateralis and medialis muscles, lower body muscular strength, anaerobic power, explosive peak and average power. Data were analyzed using analysis of covariance and LSD Post hoc of and paired t- test in significant level of $p < 0.05$. **Results:** The load of 80-90 % of 1RM caused a significant increases in vastus lateralis mean power frequency compared to the loads of 60-70 % and 70-80 % of 1RM ($p = 0.01$ and $p = 0.02$ respectively). Also the load of 80-90 % of 1RM caused a significant increases in vastus lateralis ($p = 0.01$) and medialis ($p = 0.006$), electromyographic amplitude and lower body muscular strength ($p = 0.01$) compared to the load of 60-70 % of 1RM. The loads of 80-90 and 70-80% of 1RM caused a significant increases in lower body anaerobic power ($p = 0.0001$ and $p = 0.02$ respectively) compared to the load of 60-70 % of 1RM. **Conclusion:** It's advisable to use the load of 80-90 % of 1RM with high speed and low repetition in planning the strength- power training form taking optimum neuromuscular adaptations.

Keywords: Strength-power training, Neuromuscular adaptations, Soccer players.

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, vol. 6, no. 11, Spring & Summer 2018

Received: Apr 26, 2016

Accepted: Jul 15, 2016

* Corresponding Author: Adress: Kashmar Higher Education Institute, kashmar, Iran;

Email: mazani1351@yahoo.com

DOI: 10.22077/jpsbs.2018.842