پژوهش در علوم ورزشی شماره ۸، زمستان ۱۳۸۹، صص ۸۴-۷۱

اثر دو الگوی باردهی هرمی مسطح و هرمی اریب بر قدرت بیشینه، توان عضلانی پایین تنه و حجم عضلانی

دکتر بهمن میرزایی[۱]، جواد مهربانی[۲]، محمد عزیزی[۳]، *امیر برجسته[۴]

تاریخ دریافت مقاله:۸۸/۸/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۵/۱۷

چکیده

هدف این پژوهش بررسی اثر دو الگوی باردهی متفاوت تمرین مقاومتی بیشینه بر قدرت، توان و هایپرتروفی، پس از شش هفته تمرین است. ۲۱ آزمودنی تمرین کردهٔ مرد، به‌صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. ۱۶ آزمودنی در دو گروه هشت نفری، به مدت شش هفته، با هر یک از پروتکل‌های باردهی هرمی مسطح (FPLP) و هرمی اریب (SPLP) تمرین کردند و یک گروه نیز پنج نفری نیز در برنامهٔ تمرین مقاومتی شرکت نکرده، به عنوان گروه کنترل به‌کار گرفته شدند. قدرت، توان و هایپرتروفی آزمودنی‌ها، قبل و پس از شش هفته تمرین ارزیابی شد. مقدار 1RM اسکوات نیمه (از ۱۵/۱۶ ± ۹۹ به ۱۳/۶۸ ± ۱۱۸ و از ۱۴/۳۷ ± ۹۸/۳ به ۱۵/۷۰ ± ۱۱۴/۶ کیلوگرم) و خم کردن آرنج (از ۴/۲۱ ± ۱۷/۹ به ۴/۰۳ ± ۲۳/۴ و از ۴/۹۷ ± ۱۸/۶ به ۷/۴۲ ± ۲۵/۳ کیلوگرم) پس از شش هفته تمرین با هر یک از پروتکل‌های SPLP و FPLP، به‌طور معنی‌دار و مشابهی افزایش یافت. همچنین، ارتفاع پرش عمودی برون‌ده توان بیشینه و توان میانگین، سطح مقطع عرضی عضلهٔ ران و محیط عضلهٔ بازو، در مقایسه با مقادیر پیش از تمرین افزایش معنی‌داری نشان نداد. نتایج این مطالعه نشان داد سازگاری‌های اولیه (شش هفته تمرین مقاومتی) در قدرت، توان و حجم عضلانی، با اعمال روش باردهی ثابت در هر نوبت و افزایش تدریجی بار از یک نوبت تا نوبت بعدی، تفاوت قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر ندارند.

کلیدواژه‌های فارسی: تمرین مقاومتی بیشینه، الگوهای باردهی، قدرت بیشینه، بار تمرین

۱. دانشیار دانشگاه گیلان
۲ و ۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش دانشگاه گیلان
۴. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه گیلان
Email:amir_barjaste@yahoo.com

مقدمه

قدرت بیشینه و توان انفجاری از مهم‌ترین عوامل آمادگی عضلانی برای اجرای مطلوب مهارت‌های ورزشی مانند پریدن، افزایش سرعت در حداقل زمان، تغییر جهت و چرخش به شمار می‌روند. با وجود اینکه تحقیقات فراوانی در این زمینه انجام شده است؛ شکاف عظیمی در ادبیات منتشر شده در مورد نقش متغیرهای تمرینی برای افزایش قدرت و برون‌ده توان بیشینه وجود دارد.

هنگامی که هدف از تمرین مقاومتی، افزایش قدرت بیشینه است، بار (شدت) تمرین از مهم‌ترین متغیرها برای طراحی برنامهٔ تمرین مقاومتی است (۱). با وجود این، مطالعات نسبتاً کمی سازگاری عضلانی را در پاسخ به شیوه‌های متفاوت باردهی بررسی کرده‌اند (۲). اگرچه برای افزایش قدرت بیشینه، اجرای نوبت‌های با بار بیشینه توصیه شده است؛ به نظر می‌رسد چگونگی به‌کارگیری بارهای بیشینه در ماکروسایکل[1]، میکروسایکل[2]، مزوسایکل[3] و حتی در جلسهٔ تمرین از یک نوبت تا نوبت بعدی، برای ایجاد محرک مطلوب تمرینی اهمیت ویژه‌ای داشته باشد. به‌طور کلی، پذیرفته شده است که روش تمرینی نوبت‌های متعدد برای افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی، به دلیل حجم بیشتر تمرین مقاومتی بر روش تمرینی یک نوبت منفرد برتری دارد (۳،۴). رایج ترین پروتکل‌های تمرینی نوبت‌های متعدد برای افزایش قدرت و هایپرتروفی، استفاده از بار ثابت در هر نوبت (الگوی باردهی هرمی مسطح)[4] و افزایش تدریجی بار تمرین از یک نوبت تا نوبت بعدی (الگوی باردهی هرمی اریب [5]) است (۵). ادعا شده است که استفاده از الگوی باردهی هرمی مسطح، به دلیل حفظ شدت در سطح بیشینه در هر نوبت از تمرین و جلوگیری از سردرگمی بدن با چندین شدت متفاوت تمرینی، بیشترین سازگاری عصبی را ایجاد می‌کند و از این رو، برای افزایش قدرت بیشینه بر سایر الگوی های باردهی برتری دارد (۶).

با وجود جستجوی محقق، مطالعه‌ای یافت نشد که در آن به‌طور مستقیم به نقش بارهای بیشینه در نوبت‌های متعدد تمرین مقاومتی توجه شده باشد. با وجود این، مطالعاتی که شیوه‌های متفاوت تمرین مقاومتی را با متغیر در نظر گرفتن بار تمرین در نوبت‌های متعدد هر پروتکل بررسی کرده‌اند، افزایش مشابهی را در قدرت گزارش کرده‌اند (۷،۸). برای مثال،

---

1. Macro Cycle
2. Micro Cycle
3. Mezo Cycle
4. Flat Pyramid Loading Pattern (FPLP)
5. Skewed Pyramid Loading Pattern (SPLP)

براندنبورگ و دوچرتی (۸) برخلاف ادعای اولیه در مورد استفاده از بار ثابت در هر نوبت، پس از هشت هفته اجرای پروتکل تمرینی با کاهش تدریجی بار در هر نوبت (RL)[1]، در مقایسه با پروتکل با بار ثابت در هر نوبت (CL)[2]، افزایش مشابهی را در قدرت 1RM خم کننده‌های بازو گزارش کردند. البته، در این مطالعه پروتکل RL حجم تمرینی بالاتری داشت (تکرارهای بیشتر و زمان تحت تنش بالاتر) و این امر دلیلی برای مشاهدهٔ این یافته‌ها گزارش شده است (۸). اگرچه استفاده از بار تمرینی ثابت در هر نوبت، اعمال بار و تنش مطلوب را بر عضله امکان‌پذیر می‌سازد؛ تکرارهای کم انجام شده در هر نوبت با این روش ممکن است با محدود کردن حجم تمرین و زمان تحت تنش عضلانی (TUT)[3]، از تحریک مؤثر تمرینی با کاهش دیگر محرک‌ها مانند خستگی جلو گیری کند (۴). از طرفی، استفاده از الگوی باردهی با افزایش تدریجی بار از یک نوبت تا نوبت بعدی، با به‌کارگیری تعداد تکرارهای بیشتر در نوبت‌های با بار کمتر که افزایش در TUT عضلهٔ فعال را به همراه دارد، ممکن است با ایجاد خستگی بیشتر (خستگی حاصل از تجمع محصولات فرعی متابولیک H^+, Lactate, P_i, Cr, K^+) اثربخشی تمرین را افزایش دهد (۹). با توجه به فقدان مطالعات مستقیم در مورد نقش بار در نوبت‌های متعدد تمرین مقاومتی، بررسی اثر الگوهای باردهی متفاوت در نوبت‌های متعدد تمرین مقاومتی ضروری به نظر می‌رسد؛ بنابراین با توجه به نقش قابل توجه حجم تمرین در سازگاری با تمرین مقاومتی، این مطالعه با ثابت نگه داشتن حجم تمرین (تکرار × نوبت × %RM)، سازگاری‌های اولیه در قدرت، توان و هایپرتروفی را در پاسخ به دو الگوی باردهی متفاوت SPLP و FPLP بررسی می‌کند.

روش‌شناسی پژوهش

۲۱ آزمودنی تمرین کردهٔ مرد که دست‌کم طی شش ماه گذشته، در هیچ برنامهٔ تمرین با وزنه‌ای شرکت نکرده بودند، داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. همهٔ آزمودنی‌ها از خطرات و فواید شرکت در این مطالعه آگاه شدند و رضایت‌نامهٔ مربوط به استفاده از آزمودنی‌های انسانی، قبل از آغاز مطالعه به آنها ارائه شد.

پیش از آغاز برنامه تمرین قدرت بیشینه، به‌منظور ایجاد سازگاری و آمادگی برای قرار گرفتن در معرض بارهای بیشینه، همهٔ آزمودنی‌ها به مدت شش هفته در برنامهٔ تمرین مقاومتی با شدت متوسط (۷۵٪-۵۵ از 1RM) شرکت کردند. پس از این مرحله (مرحله هایپرتروفی)، به

1. Reduced Load
2. Constant Load
3. Time Under Tension

مدت شش روز، متغیرهای مورد مطالعه اندازه‌گیری شد. بـه ایـن منظـور، پـس از مراجعـهٔ هـر آزمودنی به سالن وزنه، ویژگی‌های فردی، ترکیب بدنی انـدازه‌گیـری شـد و انـدازه‌گیـری‌هـای مربوط به تخمین حجم عضلانی و آزمون 1RM در هر حرکت انجام شد. ارتفـاع پـرش عمـودی نیز در روز دیگری، به‌صورت جداگانه اندازه گیری شد. سپس، ۲۱ آزمودنی به‌طـور تصـادفی بـه سه گروه تقسیم شدند. گروه ۱ (۸ نفر) برنامهٔ تمرین با وزنه را با پروتکـل SPLP و گـروه ۲ (۸ نفر) برنامهٔ تمرین با وزنه را با پروتکل FPLP انجام دادند و گروه ۳ (۵ نفـر) نیـز کـه در برنامـهٔ تمرین با وزنه شرکت نداشتند، به‌عنوان گروه کنترل به‌کار گرفتـه شـدند. پـس از شـش هفتـه برنامهٔ تمرینی اصلی (مرحلهٔ قدرت بیشینه)، تمامی متغیرها به ترتیب مذکور ارزیابی شدند.

قبل از آغاز اندازه گیری‌ها، همهٔ آزمودنی‌هـا بـه‌منظـور آشـنایی بـا وسـایل تمرینـی و آمـوزش تکنیک‌های صحیح حرکات، به مدت یک هفته در برنامهٔ تمرینی توجیهی شرکت کردند. قدرت بیشینهٔ آزمودنی‌ها در دو حرکت اسکوات نیمه و خم کردن بازو، با استفاده از آزمـون 1RM، بـه روش توضیح داده شده توسط مک گویگان و همکاران[1] (۱۰) ارزیابی شد.

توان عضلانی پایین تنهٔ آزمودنی‌ها با استفاده از ارتفاع پرش عمودی، به روش توضیح داده شده توسط براون و ویر[2] (۱۱) ارزیابی شد. با استفاده از مقدار ارتفاع پرش عمودی و معـادلات ارائـه شده توسط هارمن و همکاران[3] (۱۲)، توان بیشینه و میانگین توان محاسبه شد.

اندازه‌گیری حجم عضلانی: حجم عضلانی، بـا اسـتفاده از روش آنتروپـومتری بـرای عضـلات مجموعهٔ ران (عضلات چهار سر رانی و همسترینگ)، طبق روش هوش و همکاران[4] (۱۳) و برای عضلات ناحیهٔ بازو، طبق روش توضیح داده شده توسط فریسنچو[5] (۱۴) محاسبه شد.

آزمودنی‌های دو گروه آزمایش پیش از آغاز برنامهٔ تمرینی، به منظور سـازگاری فیزیولـوژیکی و آمادگی برای انجام تمرین‌های سنگین‌تر بعدی، به مدت شش هفته (سه بار در هفتـه) در یـک برنامهٔ تمرینی با شدت کم و حجم بالا (مرحلـه هـایپرتروفی) شـرکت کردنـد (۶). پـس از ایـن مرحله (مرحله هایپرتروفی) و انجام اندازه‌گیری‌های اولیه، آزمودنی‌ها به مـدت شـش هفتـه، بـا استفاده از دو الگوی باردهی انتخـابی تحـت تمـرین قـرار گرفتنـد. دو پروتکـل تمرینـی بـرای آزمـودنی‌هـا طراحـی شـده بـود: گـروه اول بـا اسـتفاده از پروتکـل SPLP (۵/۸۰٪، ۲/۹۵٪، ۲/۹۰٪، ۴/۸۵٪، ۵/۸۰٪) تمرین کردند که در آن یک نوبت با ۸۰٪ از 1RM اجـرا و در سـه

1. Mc Guigan et al
2. Brown & Weir
3. Harman et al
4. Housh et al
5. Frisancho

نوبت بعدی، بار ۵٪ در هر نوبت افزایش می‌یافت و پس از رسیدن بار به ۹۵٪ از 1RM در نوبت چهارم، یک نوبت با ۸۰٪ از 1RM اجرا می‌شد. گروه دوم با استفاده از پروتکل FPLP (۸۰٪/۵، ۸۰٪/۲، ۹۰٪×۴، ۸۰٪/۵) تمرین کردند که در آن بار تمرین، پس از انجام یک نوبت با ۸۰٪ از 1RM در ۴ نوبت بعدی در ۹۰٪ از 1RM ثابت می‌ماند و در انتها نیز یک نوبت با ۸۰٪ از 1RM اجرا می‌شد. (۶). پس از اجرای هر نوبت، آزمودنی‌ها سه تا چهار دقیقه استراحت می‌کردند. آزمودنی‌ها به مدت شش هفته و سه بار در هفته، روزهای دوشنبه، چهارشنبه و جمعه به ترتیب: پنج حرکت اسکوات نیمه، پرس سینه، باز کردن زانو، خم کردن بازو، و خم کردن زانو را طوری اجرا کردند که هر گروه عضلانی دو بار در هفته تحت تمرین قرار گرفت. از مقادیر 1RM حرکت اسکوات نیمه برای ارزیابی قدرت عضلانی پایین‌تنه و 1RM حرکت خم کردن آرنج برای ارزیابی قدرت عضلانی بالاتنه در تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد و بقیهٔ حرکات برای تکمیل برنامهٔ تمرینی توسط آزمودنی‌ها اجرا شد. در هر دو گروه، تمرین قدرتی به‌صورت سنتی با زمان ۱- ۳ ثانیه برای مرحلهٔ درون‌گرا و زمان ۱- ۳ ثانیه برای مرحلهٔ برون‌گرا اجرا شد. تمامی آزمودنی‌ها از کل ۱۸ جلسه تمرین، دست‌کم در ۱۴ جلسه شرکت داشتند. پس از سه هفته اول تمرین و ایجاد سازگاری، بار تمرین ۲/۵ کیلو برای حرکت خم کردن بازو و ۵ کیلو برای بقیهٔ حرکت‌های تمرینی افزایش یافت و این شدت تا هفتهٔ پایانی توسط هر آزمودنی حفظ شد.

داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی LSD برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها تحلیل شدند. تمام داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۴ در سطح معنی‌داری $P \leq ۰/۰۵$ تجزیه و تحلیل شدند. پنج آزمودنی به دلایل غیرمرتبط با مطالعه، موفق به تکمیل دورهٔ تمرینی نشدند و از اطلاعات آنها برای تجزیه و تحلیل نهایی استفاده قرار نشد.

یافته‌های پژوهش

ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (سن، قد، وزن و درصد چربی بدن) در جدول ۱ و متغیرهای تمرینی (زمان تحت تنش، بار حجمی[1]، بار نسبی تمرین در کل نوبت‌ها و حجم تمرین) دو پروتکل باردهی در جدول ۲ ارائه شده است. جدول ۳ میانگین (انحراف استاندارد) تغییر در متغیرهای مورد آزمون و همچنین درصد تغییر در این متغیرها را ارائه کرده است.

1. Volume Load (VL)

جدول۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیرها	پروتکل SPLP (تعداد: ۵)	پروتکل FPLP (تعداد: ۶)	گروه کنترل (تعداد: ۵)
سن (سال)	۲۱ (۲/۸)	۲۱ (۲/۷)	۲۳ (۳)
قد (سانتی‌متر)	۱۷۷/۶ (۴/۱)	۱۸۱/۱ (۳/۸)	۱۷۶/۴ (۷/۸)
وزن (کیلوگرم)	۶۸/۵ (۱۳/۱)	۶۷/۹ (۷/۳)	۶۸/۲ (۶/۶)
چربی بدن (٪)	۸/۴ (۷/۵)	۶/۹ (۴/۱)	۶/۶ (۳/۱)

تغییر در قدرت 1RM گروه‌های عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه، توان و هایپرتروفی عضلانی

جدول ۲. متغیرهای تمرینی دو پروتکل باردهی SPLP و FPLP

پروتکل‌های تمرینی	زمان تحت تنش (TUT) (ثانیه)	بار حجمی (VL)	بار نسبی تمرین در کل نوبت‌ها (%1RM)	حجم تمرین (تکرار × نوبت)
SPLP	۱۲۳ ± ۴۱/۱	۱۵/۱ ± ۲/۹۱	۸۶ ± ۶/۵۱	۱۸
FPLP	± ۲/۱۲ †۱۰۱/۵	۱۵/۲ ± ۲/۷۷	۸۶/۶۶ ± ۵/۱۶	۱۸

† اختلاف معنی‌دار با پروتکل SPLP

جدول ۳ میانگین (انحراف استاندارد) افزایش و همچنین درصد تغییر در 1RM اسکوات نیمه، خم کردن آرنج، توان عضلانی پایین‌تنه و حجم عضلانی را در گروه‌های عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه نشان می‌دهد. تغییرات قدرت در گروه‌های عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه، در مقایسه با مقادیر پیش از تمرین افزایش معنی‌داری نشان داد، اما این افزایش بین دو گروه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($P \leq ۰/۰۵$). میزان ارتفاع پرش عمودی، برون‌ده توان بیشینه و توان میانگین، سطح مقطع عرضی عضلهٔ ران و محیط عضلهٔ بازو، در مقایسه با مقادیر پیش از تمرین و همچنین بین دو گروه آزمایش از لحاظ آماری افزایش معنی‌داری نشان نداد ($P \leq ۰/۰۵$).

جدول ۳. میانگین (انحراف استاندارد) افزایش و درصد تغییر در 1RMاسکوات نیمه، خم کردن آرنج، توان عضلانی پایین‌تنه و حجم عضلانی

	قبل از تمرین	پس از تمرین	میانگین (انحراف استاندارد) افزایش	درصد تغییر قبل- پس از تمرین
1RMاسکات نیمه (کیلوگرم)				
پروتکل SPLP	۹۹ (۱۵/۱۶)	۱۱۸/۶ (۱۳/۶۸)	۱۹/۶ (۹/۲۶)	٪۲۰*
پروتکل FPLP	۹۸/۳ (۱۴/۳۷)	۱۱۴/۶ (۱۵/۷۰)	۱۶/۳ (۵/۸۸)	٪۱۷*
گروه کنترل	۸۱/۸ (۱۱/۹۸)	۸۶ (۱۲/۱۴)	۴/۲ (۱/۰۹)	٪۶
1RMخم کردن آرنج (کیلوگرم)				
پروتکل SPLP	۱۷/۹ (۴/۲۱)	۲۳/۴ (۴/۰۳)	۵/۵ (۰/۵۰۰)	٪۳۱*
پروتکل FPLP	۱۸/۶ (۴/۹۷)	۲۵/۳ (۷/۴۲)	۶/۶ (۳/۵۷)	٪۳۶*
گروه کنترل	۱۷/۷ (۱/۰۹)	۱۸/۴ (۲/۰۷)	۰/۷۰۰ (۱/۲۰)	٪۴
ارتفاع پرش عمودی (سانتی‌متر)				
پروتکل SPLP	۴۰/۶۲ (۶/۸۰)	۴۱/۹۸ (۶/۵۷)	۱/۳۶ (۳/۵۲)	٪۴
پروتکل FPLP	۴۴/۶۲ (۶/۳۴)	۴۶/۴۱ (۸/۹۲)	۲/۷۹ (۴/۲۰)	٪۷
گروه کنترل	۴۰/۸۰ (۶/۳۰)	۴۰/۸۶ (۶/۴۶)	۰/۰۶ (۰/۴۰)	٪۰/۵
برون‌ده توان بیشینه (وات)				
پروتکل SPLP	۳۱۶۱/۲۶ (۶۱۲/۸۳)	۳۲۵۲/۶۴ (۷۱۲/۷۶)	۹۱/۳ (۱۹۶/۴۵)	٪۳
پروتکل FPLP	۳۳۲۳/۰۱ (۸۷۶۳۷)	۳۵۳۳/۶۹ (۷۴۸/۱۶)	۲۱۰/۶ (۱۸۸/۷۱)	٪۶/۵
گروه کنترل	۳۰۳۰/۳۰ (۵۳۶/۸۱)	۳۰۵۶/۶۴ (۵۴۵/۷۲)	۲۶/۳ (۲۸/۷۵)	٪۱
میانگین توان (وات)				
پروتکل SPLP	۱۰۴۵/۴۸ (۳۲۵/۷۱)	۱۰۸۲/۱۳ (۸۶۴/۴۸)	۳۶/۶ (۶۲/۶۸)	٪۴
پروتکل FPLP	۱۰۹۲/۴۶ (۲۸۶/۶۲)	۱۱۷۶/۵۷ (۳۲۳/۳۸)	۸۴/۱ (۶۰/۹۹)	٪۸
گروه کنترل	۲۲۶/۰۶ (۹۸۵/۰۴)	۹۹۱/۰۴ (۲۱۹/۸۷)	۶/۰ (۱۹/۶۴)	٪۱
CSA عضلهٔ ران (سانتی‌متر)				
پروتکل SPLP	۱۱/۲۹ (۱۵/۱۱)	۹/۱۲ (۱۲/۲۶)	-۲/۱ (۹/۱۷)	-٪۱۹
پروتکل FPLP	۱۳/۳۲ (۱۶/۷۴)	۱۱/۸۲ (۲۰/۴۱)	-۱/۵ (۵/۸۰)	-٪۱۲
گروه کنترل	۲۵/۴۳ (۹/۲۱)	۲۵/۱۹ (۹/۴۵)	۰/۲۳ (۱/۰۸)	٪۱
محیط عضلهٔ بازو (میلی‌متر)				
پروتکل SPLP	۲۳۴/۱۷ (۷/۲۱)	۲۳۶/۸۰ (۱۰/۲۴)	۲/۶ (۴/۹۷)	٪۲
پروتکل FPLP	۲۳۲/۰۹ (۲۹/۳۱)	۲۳۷/۵۹ (۳۱/۹۵)	۵/۵ (۸/۰۱)	٪۳
گروه کنترل	۲۵۰/۹۰ (۱۰/۵۱)	۲۵۰/۷۰ (۱۰/۸۴)	-۰/۲۰ (۰/۶۰)	-٪۰/۵

* افزایش معنی‌دار در مقایسه با گروه کنترل

بحث

اگرچه ادعا شده است که الگوی باردهی هرمی مسطح (FPLP)[1] با بار ثابت در هر نوبت، در مقایسه با الگوی باردهی هرمی اریب (SPLP)[2] با افزایش تدریجی بار در هر نوبت، موجب افزایش بیشتری در قدرت عضلانی می‌شود (۶)؛ عمده‌ترین یافتهٔ این پژوهش، افزایش یکسان در قدرت گروه‌های عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه، پس از شش هفته تمرین با هر یک از پروتکل‌های FPLP و SPLP بود. با توجه به این که حجم تمرین و بار حجمی (VL) هر دو پروتکل SPLP و FPLP یکسان بود، چنین نتیجه‌ای چندان دور از انتظار نبود. چندین مطالعه (۱۵،۱۶) با ثابت نگه داشتن حجم پروتکل‌های متفاوت تمرین مقاومتی، افزایش مشابهی را در قدرت گزارش کرده‌اند. برای مثال، چسنوت و دوچرتی[3] (۱۵)، در دو گروه تمرینی با حجم مساوی و ناحیهٔ تمرینی متفاوت 4RM (شش نوبت با چهار تکرار در هر نوبت تا خستگی) و 10RM (سه نوبت با ۱۰ تکرار در هر نوبت تا خستگی)، پس از ۱۰ هفته تمرین مقاومتی، افزایش مشابهی را در قدرت 1RM خم کننده‌های آرنج، قدرت حرکتی خم کننده‌ها و بازکننده‌های آرنج و اندازهٔ عضله در آزمودنی‌های بی‌تمرین گزارش کردند. همچنین، اگرچه دو پروتکل تمرینی از شیوه‌های باردهی متفاوتی استفاده می‌کردند؛ در هر دو پروتکل از بارهای بیشینه برای افزایش قدرت استفاده شده بود. گزارش شده است که استفاده از بارهای بیشینه و تکرارهای کم، با فراخوانی واحدهای حرکتی تند انقباض و اعمال فشار بر سیستم عصبی-عضلانی، با تغییر در فعالیت عصبی عضله، موجب افزایش قدرت عضلانی می‌شود (۱۷، ۱۸)؛ بنابراین، به نظر می‌رسد استفاده از سازوکار یکسان برای تحریک سیستم عصبی عضلانی، موجب سازگاری‌های عصبی عضلانی اولیهٔ یکسانی توسط دو پروتکل متفاوت شده باشد. البته ممکن است شش هفته تمرین مقاومتی اولیه، در مرحلهٔ هایپرتروفی تا حدودی افزایش قدرت توسط دو پروتکل متفاوت را تحت تأثیر قرار داده باشد. برای مثال، کریمر و همکاران[4] (۱۸) پیشنهاد کرده‌اند که آزمودنی‌های وابسته به سطح تمرین، ممکن است در پاسخ به تمرین مقاومتی سازگاری متفاوتی از خود نشان دهند. آنها افزایش ۴۰٪ قدرت در آزمودنی‌های بی-تمرین و افزایش ۲٪ را در آزمودنی‌های تمرین کردهٔ نخبه گزارش کردند (۱۸).

با وجود عدم اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها در افزایش قدرت، بر خلاف ادعای اولیه، افزایش بیشتری در قدرت 1RM اسکوات نیمه در گروه SPLP (۲۰٪)، در مقایسه با گروه FPLP (۱۷٪)

1. Flat Pyramid Loading Pattern
2. Skewed Pyramid Loading Pattern
3. Chestnut & Docherty
4. Kraemer et al

مشاهده شد. علت این افزایش در قدرت 1RM گروه SPLP را شاید بتوان تا حدودی به زمان تحت تنش (TUT)[1] بیشتر در پروتکل SPLP (۱۲۳ ثانیه)، در مقایسه با پروتکل FPLP (۱۰۱/۵ ثانیه) نسبت داد. وست‌کات و همکاران[2] (۱۹) افزایش بیشتر در قدرت را توسط یک پروتکل تمرینی ویژه، با افزایش TUT عضلهٔ فعال گزارش کردند؛ با این حال، در گروه‌های عضلانی بالاتنه، نتایج مشاهده شده متناقض با کسب قدرت توسط گروه‌های عضلانی پایین‌تنه بود و قدرت 1RM خم کننده‌های آرنج توسط پروتکل FPLP، بدون اختلاف معنی‌دار بین دو پروتکل، افزایش بیشتری نشان داد. شاید یک دلیل برای توجیه این تناقض در پاسخ گروه‌های عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه به دو پروتکل متفاوت، ناآشنایی عضلات بالاتنه با اعمال بار باشد در حالی که عضلات پایین‌تنه در فعالیت‌هایی مانند دویدن و پریدن، تا حدی در معرض اعمال بار قرار می‌گیرند و بنابراین در پاسخ به تمرین مقاومتی سازگاری متفاوتی را نشان داده‌اند. علاوه بر این، فلک و کریمر[3] (۵) گزارش کرده‌اند کسب قدرت توسط پروتکل‌های تمرینی متفاوت، ممکن است در یک گروه عضلانی، نسبت به گروه دیگر متفاوت باشد. در حمایت از این نظریه، پولسن و همکاران[4] (۴) مشاهده کردند که عضلات پایین‌تنه در پاسخ به تمرین مقاومتی با حجم متوسط، در مقایسه با تمرین مقاومتی با حجم پایین، افزایش بیشتری از خود نشان دادند در حالی که پاسخ عضلات بالاتنه به تمرین مقاومتی با حجم متوسط و پایین تفاوتی نداشته است. اگرچه نمی‌توان دلیل قاطعی برای پاسخ متفاوت گروه‌های عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه به دو پروتکل تمرینی متفاوت ارائه کرد؛ تعداد کم نمونه‌ها در گروه‌های تمرینی را شاید بتوان دلیل عمده‌ای برای مشاهدهٔ چنین نتیجه‌ای گزارش کرد.

از دیگر یافته‌های این مطالعه، افزایش در برون‌ده توان بیشینه و میانگین و ارتفاع پرش عمودی، بدون اختلاف معنی‌دار بین پروتکل‌های SPLP، FPLP و گروه کنترل پس از شش هفته تمرین بود. نسبت به مقادیر قبل از تمرین، ارتفاع پرش عمودی در گروه SPLP چهار درصد، در گروه FPLP هفت درصد و در گروه کنترل نیم درصد افزایش یافته بود. با توجه به اصل ویژگی تمرین و جابه‌جایی بار با سرعت آهسته در مراحل انقباض درون‌گرا و برون‌گرا که تنها موجب بهبود قدرت بیشینهٔ حرکتی در سرعت‌های آهسته جابه‌جایی بار می‌شود و در مطالعه حاضر نیز مورد استفاده قرار گرفت؛ چنین یافته‌ای در توافق با دیگر یافته‌ها در به‌کارگیری تمرین قدرتی، با استفاده از بارهای بیشینه و سرعت انقباض آهسته برای افزایش در ارتفاع پرش عمودی و

1. Time Under Tension
2. Westcott et al
3. Fleck & Kraemer
4. Paulsen, et al.

برون‌ده توان بیشینه است (۲۰- ۲۲).

میانگین افزایش ارتفاع پرش عمودی در مطالعهٔ حاضر، برای گروه‌های تمرینی ۶/۵٪ بود. هاکنین و کومی[1] (۲۳) نیز پس از ۲۴ هفته تمرین، با استفاده از بارهای بیشینه، تنها ۷٪ افزایش در ارتفاع پرش عمودی گزارش کردند در حالی که همین نویسندگان (۲۴) با استفاده از تمرین قدرتی انفجاری ۲۱٪ افزایش در ارتفاع پرش عمودی را گزارش کردند. گوستاراگیا و همکاران (۲۵) نیز پس از شش هفته تمرین قدرتی بیشینه، افزایش معنی‌داری در ارتفاع پرش عمودی بازیکنان نوجوان هندبال (۱۶-۱۴ سال) مشاهده نکردند. با وجود این، با توجه به کم‌تجربه بودن آزمودنی‌ها در تمرین با وزنه، انتظار می‌رفت افزایش معنی‌داری در برون‌ده توان بیشینه و ارتفاع پرش عمودی در گروه‌های تمرینی، در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شود که چنین نتیجه‌ای حاصل نشد. کومی و هاکینن (۲۶) پیشنهاد کردند که پاسخ به تداخل تمرینی، با توجه به سطح تمرین آزمودنی‌ها، همواره از اصل ویژگی تمرین تبعیت نمی‌کند و برای افرادی با سطوح پایین قدرت، بهبود در رابطهٔ نیرو-سرعت ممکن است بدون ملاحظهٔ بار مورد استفاده و شیوهٔ تمرینی به‌کارگرفته شده رخ دهد؛ بنابراین، در مورد آزمودنی‌های بی‌تمرین ممکن است افزایش در برون‌ده توان، با استفاده از تمرین قدرتی سنتی و سرعت انقباض آهسته رخ دهد در حالی که برای افرادی با سطوح کافی قدرت، افزایش در برون‌ده توان بیشینه به شیوه‌های تمرینی پیچیده‌تری نیاز دارد (۲۷). اگرچه یافته‌های این تحقیق، در توافق با دیگر یافته‌ها نشان داد افزایش قدرت موجب افزایش برون‌ده توان عضله و ارتفاع پرش عمودی می‌شود (۲۷،۲۳)؛ دوچتیو و هاینوت[2] (۲۸) نشان دادند همان‌طور که عضلات به سرعت‌های بالای کوتاه شدن دست پیدا می‌کنند، توانایی تولید نیروی عضلانی در سرعت‌های پایین، بر ظرفیت عضله برای تولید نیروی حداکثر در سرعت‌های کوتاه شدن سریع اثرگذار است (۳۰،۲۹). بر این اساس، به نظر می‌رسد برای افزایش بهینهٔ برون‌ده توان بیشینه، حتی در آزمودنی‌های با سطوح پایین‌تر قدرت، باید به‌طور ویژه از انقباض‌های انفجاری استفاده شود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد پس از تمرین قدرتی کوتاه مدت (شش هفته)، افزایش معناداری در CSA[3] عضلهٔ ران و محیط عضلانی بازو به‌وجود نیامده است که همسو با تحقیقات دیگر است. این نتیجه از این نظریه حمایت می‌کند که سازگاری کوتاه مدت در قدرت با استفاده از بارهای بیشینه، بدون افزایش معنی‌دار در اندازهٔ عضله رخ می‌دهد و به‌طور ویژه‌ای به سازگاری‌های عصبی وابسته است (۳۱- ۳۳).

1. Häkkinen & Komi
2. Duchateau & Hainaut
3. Cross Sectional Area

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که چگونگی به‌کارگیری بارهای بیشینه در نوبت‌های متعدد تمرین مقاومتی بیشینه، اثر قابل توجهی بر افزایش مطلوب قدرت، توان و هایپرتروفی ندارد. به نظر می‌رسد هنگامی که بار حجمی (VL) دو پروتکل تمرینی یکسان باشد، با وجود شیوه باردهی متفاوت، پروتکلی که زمان تحت تنش عضلانی (TUT) بیشتری دارد، پروتکل تمرینی مناسب برای افزایش قدرت است. همچنین نتایج مطالعه حاضر پیشنهاد می‌کند که برای افزایش بهینه در عملکرد توان، حتی در آزمودنی‌هایی با سطوح پایین قدرت، باید از انقباض‌های انفجاری استفاده شود.

منابع:

1. Benedict, T. (1999), Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. J Strength Cond Res, 13: 289–304.
2. Fry, A.C. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. Sports Med, 34: 663-679.
3. Rhea, M.R., Alvar, B.A., Burkett, L.N., Ball, S.D. (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. Med Sci Sports Exerc, 35: 456-464.
4. Paulsen, G., Mykelstad, D., Raastad, T. (2003). The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. J Strength Cond Res, 17: 115-120.
5. Fleck, S.J., Kraemer, W.J. (2004). Designing Resistance Training Programs. 3rd ed, Champaign, Ill: Human Kinetics.
6. Bompa, T., Di Pasquale, M.G., Cornacchia, L. (2002). Text book, serious strength training. Champaign: Human kinetics.
7. FISH, D.E., Krabak, B.J., Johnson, G.D., Delateur, B.J. (2003). Optimal resistance training: Comparison of DeLorme with Oxford techniques, 12, 903-909.
8. Brandenburg, J., Docherty, D. (2006). The Effect of Training Volume on the Acute Response and Adaptations to Resistance Training. International Journal of Sports Physiology and Performance, 1: 108-121.
9. Rooney, K.J., Herbert, R.D., Balnave, R.J. (1994). Fatigue contributes to the strength training stimulus. Med Sci Sports Exerc, 26:1160–4.

10. McGuigan, M.R., Winchester, J.B. (2008). The relationship between isometric and dynamic strength in college football players. Journal of Sports Science and Medicine, 7: 101-105.

11. Brown, L.E., Weir, J.P. (2001). ASEP Procedures Recommendation I: Accurate Assessment Of Muscular Strength and Power. JEP online, 3: 1-21.

12. Harman, E.A., Rosenstein, M.T., Frykman, P.N., Rosenstein, R.M., Kraemer, W.J. (1991). Estimates of human power output from vertical jump. J Appl Sport Sci Res, 5: 116-120.

13. Housh, D.J., Housh, T.J., Weir, J.P., Weir, L.L., Johnson, G.O., Stout, J.R. (1995). Anthropometric estimation of thigh muscle cross-sectional area. J med sci sport Exerc, 27: 784-791.

14. Frisancho, A.R. (1974). Triceps skin fold and upper arm muscle size norms for assessment of nutritional status. The American Journal of Clinical Nutrition, 27: 1052-1058.

15. Chestnut, J.L., Docherty, D. (1994). The effects of 4 and 10 repetition maximum weight-training protocols on neuromuscular adaptations in untrained men. J Strength Cond Res, 13: 353-9.

16. Harris, C., DeBeliso, M.A., Spitzer-Gibson, T.A., Adams, K.J. (2004). The effect of resistance training intensity on strength gain response in the older adult. J Strength Cond Res, 18: 833-838.

17. Jones, D.A., Rutherford, O.M., Parker, D.F. (1989). Physiological changes in skeletal muscle as a result of strength training. Q J Exp Physiol, 74: 233-256.

18. Sale, D.G. (2003). Neural adaptation to strength training in: Strength and Power in Sport, PV. Komi (ed.). 2nd ed. Malden, MA: Blackwell Science.

19. AMERICAN COLLEGE of SPORTS MEDICINE. (2002). Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc, 34: 364–380.

20. Westcott, W.L., Winett, R.A., Anderson, E.S., Wojcik, J.R., Loud, R.L., Cleggett, E., Glover, S. (2001). Effects of regular and slow tempo resistance training on muscle strength. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 41: 154-158.

21. Baker, D. (1995). Selecting the appropriate exercises and loads for speed-strength development. Strength & Conditioning Coach, 3: 8-16.

22. Baker, D. (2001). A series of studies on the training of high intensity muscle power in rugby league football players. J Strength Cond Res, 15: 198-209.

23. Newton, R.U., Kraemer, W.J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. Strength Condit J, 6: 20-31.

24. Häkkinen, K., Komi, P.V. (1985). Changes in electrical and mechanical behaviour of leg extensor muscles during heavy resistance strength training, Scand J Sports Sci, 7: 55-64.

25. Häkkinen, K., Komi, P.V. (1985). Effect of explosive strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises. Scand J Sports Sci, 7: 65-76.

26. Gorostiaga, E.M., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M., Ibanez, J. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. Eur J Appl Physiol, 80: 485-493.

27. Komi, P.V., Hakkinen, K. (1988). Strength and Power in: The Olympic Book of Sports Medicine. Editors: Dirix, A., Knuttgen, H.G. and Tittel, K. Boston: Blackwell Scientifice

28. Wilson, G., Newton, R., Murphy, A., Humphries, B. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. Med Sci Sports Exerc, 23: 1279-1286.

29. Duchateau, J., Hainaut, K. (1984). Isometric or dynamic training: differential effects on mechanical properties of a human muscle. J Appl Physiol, 56: 296-301.

30. Bemben, D.A., Fetters, N.L., Bemben, M.G., Nabavi, N., Koh, E.T. (2000). Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. Med Sci Sports Exerc, 32: 1949-57.

31. Kanehisa, H., Mitsumasa, M. (1983). Specificity of Velocity in Strength Training. Eur J Appl Physiol, 52: 104-106.

32. Abe, T., DeHoyos, D.V., Pollock, M.L. (2000). Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. Eur J Appl Physiol, 81: 174-80.

33. Ahtiainen, J.P., Pakarinen, A., Kraemer, W.J. (2003). Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs maximum repetitions multiple resistance exercises. Int J Sports Med, 24: 410-8.

34. Campos, G.R., Luecke, T.J., Wendeln, H.K. (2002). Muscular adaptations in responses to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. Eur J Appl Physio, 88: 50-60.