

## تأثیر نوع تمرین بر مجموعه ی سازگاری های عصبی - عضلانی در مردان جوان تمرین نکرده

فرشاد غزالیان<sup>1\*</sup>، دکتر حجت الله نیکبخت<sup>2</sup>، دکتر اسماعیل ابراهیمی<sup>3</sup>، دکتر مهیار صلواتی<sup>4</sup>

1) گروه آموزشی تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران

2) گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران

3) گروه توانبخشی، دانشکده توانبخشی ایران

4) گروه توانبخشی، دانشکده علوم بهزیستی و توانبخشی

تاریخ پذیرش: 88/11/25

تاریخ دریافت: 88/5/4

### چکیده

**مقدمه:** یکی از اساسی ترین اهداف علم تمرین تاکید بر عملکرد بهینه ی دستگاه های مختلف بدن و سازگاری در اجرای هر چه بهتر مهارت ورزشی است. تمرین های قدرتی و استقامتی سازگاری های متفاوتی را در بدن ایجاد می کنند که برخی متضاد با هم هستند. تحقیق حاضر به منظور بررسی هم زمان این دو نوع تمرین و سازگاری عصبی-عضلانی در آن ها انجام شده است.

**مواد و روش ها:** مطالعه ششونندگان این تحقیق نیمه تجربی 36 مرد تمرین نکرده که در سه گروه و به مدت 12 هفته بررسی شدند. گروه قدرتی تمرین پویا، استقامتی اینتروال و نیز هم زمان که نیمی از تمرین هر دو گروه را 3 جلسه در هفته انجام می داد. پارامترهای دامنه سیگنال الکترومایوگرافی، بیشینه انقباض ارادی و قدرت بیشینه پای برتر آزمودنی ها به ترتیب با دستگاه های الکترومایوگرافی، ایزو کینتیک و تکنوجیم در هفته های صفر، 6 و 12 اندازه گیری شد. داده ها با استفاده از آزمون های تحلیل واریانس، اندازه گیری های مکرر و آزمون تعقیبی LSD در سطح معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) تحلیل شدند.

**یافته های پژوهش:** مقادیر درون گروهی دامنه سیگنال الکترومایوگرافی در همه گروه ها پس از 6 هفته و در دو گروه قدرتی و همزمان پس از 12 هفته کاهش معنی داری نشان داد. قدرت بیشینه در همه گروه ها پس از 6 و 12 هفته افزایش معنی داری نشان داد. بیشینه انقباض ارادی پس از 6 و 12 هفته در گروه های قدرتی و هم زمان با افزایش معنا دار، اما در گروه استقامتی بدون تغییر معنا دار بود. از سوی دیگر بررسی تفاوت دامنه سیگنال الکترومایوگرافی و حداکثر قدرت بیشینه در بین سه گروه تمرینی نشان داد که در هفته 6 و 12 بین دو گروه قدرتی و هم زمان با گروه استقامتی تفاوت معنی داری مشاهده شد و در بین سه گروه تمرینی بیشینه انقباض ارادی تا هفته ششم تفاوت معنی داری نشان نداد، اما در هفته 12 گروه قدرتی با هم زمان تفاوت معنی داری داشت.

**بحث و نتیجه گیری:** تمرین هم زمان نسبت به تمرین قدرتی با اندکی افزایش قدرت و نسبت به تمرین استقامتی با افزایش قدرت بیشتری همراه است. احتمالاً تمرین هم زمان ضمن بهبود سازگاری عصبی-عضلانی، اختلالی در افزایش قدرت ایجاد نمی کند.

**واژه های کلیدی:** الکترومایوگرافی، سازگاری های عصبی - عضلانی، حداکثر قدرت بیشینه

\*نویسنده مسئول: گروه آموزشی تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران

Email: Phdghazalian@gmail.com

## مقدمه

یکی از سازگاری‌های مهم فیزیولوژیک در پی فعالیت بدنی، سازگاری عصبی-عضلانی است. تمرین و فعالیت بدنی به شیوه‌های مختلف، تنش‌های ویژه‌ای را بر عضله اعمال می‌کند که با توجه به ماهیت فشار، عضلات ممکن است سازگاری‌های متفاوتی پیدا کنند، (1). مربیان و ورزشکاران با توجه به گوناگونی روش‌های تمرینی به بیش از یک سیستم تمرینی اتکا دارند. تمرین، شکلی سازمان یافته از فعالیت بدنی است که در چارچوب تحقیق حاضر به انواع قدرتی، استقامتی و هم‌زمان طبقه‌بندی می‌شود، (2). از طرفی اصل اختصاصی بودن تمرین بیان می‌کند که طبیعت سازگاری بدن بعد از تمرین، به نوع خاص تمرین بستگی دارد.

تمرین قدرتی، منتج به افزایش تولید نیرو، بیش پروردگی (هیپرتروفی) عضلانی به ویژه در تارهای تند انقباض و با فراخوانی تعداد زیاد واحد حرکتی و تکانش‌های عصبی همراه است، (3). تمرین استقامتی با افزایش عملکرد قلبی-عروقی، افزایش ظرفیت هوازی و تغییر در نسبت تارهای عضلانی همراه است، همچنین واحد‌های حرکتی در این تمرین به طور متناوب فعال و درگیر می‌شوند، (4).

بررسی تمرین هم‌زمان (ترکیبی از تمرین قدرتی و استقامتی) از سال 1980 توسط هیکسون روزن کوتر و براون آغاز گردید، (5). و می‌تواند در روند سازگاری نوع تمرین اهمیت کاربردی داشته باشد، (6). از این تمرین می‌توان در توان بخشی سریع تر آسیب‌ها و بهتر کردن توانایی قلبی-عروقی استفاده کرد، (7). بل، پوتن و ایزوکبیردو بر این باورند که انجام تمرین هم‌زمان قدرتی و استقامتی نسبت به تمرین قدرتی به تنهایی، اثر منفی بر افزایش قدرت دارد، (۸،۹،۱۰). از طرفی مک‌کارتی، هاکینن، دان ملرز و میکالو تمرینات هم‌زمان بر افزایش قدرت و استقامت را منفی ندانسته‌اند. (۱۱،۱۲،۱۳،۱۴)

با توجه به تناقضات مزبور، دو فرضیه دراز مدت و کوتاه مدت در تبیین محدود شدن افزایش قدرت طی تمرینات هم‌زمان پیشنهاد می‌شوند. فرضیه دراز مدت بیان می‌دارد که عضلات اسکلتی از نظر متابولیک یا مورفولوژیک نمی‌توانند با دو نوع تمرین متفاوت قدرتی و استقامتی سازگار شوند زیرا ماهیت بسیاری از سازگاری‌های عضلات در پاسخ به تمرینات قدرتی و استقامتی متفاوت

هستند، (15). فرضیه کوتاه مدت بیان می‌کند که خستگی باقیمانده از بخش استقامتی تمرینات هم‌زمان، افزایش قدرت حین بخش قدرتی تمرینات هم‌زمان را به مخاطره می‌اندازد. (15)

از آن جا که از ابداع تمرین هم‌زمان قدرتی و استقامتی چندان نمی‌گذرد، دانش موجود در این زمینه و به ویژه تأثیر آن بر سیستم عصبی-عضلانی تا حدودی ناشناخته باقی مانده است، به طوری که در اغلب پژوهش‌های مربوطه، مقدار حجم تمرین در گروه هم‌زمان برابر با حجم دو تمرین قدرتی و استقامتی گزارش شده است، لذا سوال اصلی این است که تأثیر انجام تمرین هم‌زمان با مقدار همسان سازی شده بر سازگاری عصبی-عضلانی چگونه است؟ کدام یک از این سه نوع تمرین بر سازگاری عصبی-عضلانی تأثیر بیشتری دارند؟ آیا تمرین هم‌زمان می‌تواند بدون تداخل موجب بهبود قدرت عضلانی گردد؟ با توجه به استفاده روز افزون و کاربردی علم تمرین در پیشگیری، توان بخشی و ارتقای سلامتی افراد، پژوهش در زمینه تمرین هم‌زمان ضروری به نظر می‌رسید، تا با توجه با نتایج آن بتوان به دست اندرکاران علم تمرین یاری رساند.

## مواد و روش‌ها

پژوهش کنونی از نوع نیمه تجربی با استفاده از طرح آزمایشات اندازه‌گیری‌های مکرر (انجام پیش‌آزمون، میان‌آزمون و پس‌آزمون) و ویژه گروه‌های پیوسته می‌باشد. آزمودنی‌ها

جامعه آماری این تحقیق شامل دانشجویان پسر 30-20 ساله دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات بود. بر اساس پرسشنامه تکمیلی، مطالعه شوندگان بدون سابقه آسیب دیدگی، عدم مصرف دارو، بستری در بیمارستان، گزارش بیماری خاص و تمرین منظم در سه ماه گذشته بودند، که پس از فراخوان، اعلام آمادگی و پر کردن پرسشنامه و بررسی آن 36 دانشجوی تمرین نکرده از میان 90 دانشجوی واجد شرایط به صورت تصادفی ساده انتخاب و در سه گروه 12 نفری سه روز در هفته و به مدت 12 هفته تمرین قدرتی، استقامتی و هم‌زمان دسته‌بندی شدند. شش نفر از مطالعه شوندگان به علت حضور نامنظم در برنامه تمرینات دوازده هفته‌ای از ادامه تمرین حذف شدند. جدول 1 ویژگی توصیفی مطالعه شوندگان را نشان می‌دهد.

جدول 1. ویژگی های توصیفی مطالعه شوندهگان پیش از انجام تمرینات

گروه	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر توان دوم قد به متر)	درصد چربی بدن (درصد)	حداکثر ظرفیت هوازی MI/kg/min
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
همزمان	21/62±1/06	175/5±1/92	73±3/38	23/8±1/86	19/8±2/82	44/02±3/26
قدرتی	22±1/19	173/6±4/37	75±7/57	25/08±1/22	19/95±2/81	43/07±3/33
استقامتی	21/28±0/48	176±0/31	76/42±7/20	24/7±1/82	19/85±2/88	43/89±3/18

## اندازه‌گیری‌ها

در مقایسه‌ی اثر نوع تمرین بر برخی سازگاری‌های عصبی-عضلانی پیش از انجام تمرینات، بیشینه انقباض ارادی، بیشینه قدرت و دامنه سیگنال الکترومایوگرافی عضله پهن خارجی به ترتیب با دستگاه ایزو کینتیک مدل (Biodex)، دستگاه تکنوجیم و دستگاه الکترومایوگرافی مدل (MIE) در تمامی مطالعه شوندهگان اندازه‌گیری شد. سپس در طول دوازده هفته گروه‌های تمرینی قدرتی، استقامتی و همزمان تمرینات خود را به طور اختصاصی انجام دادند. در هفته ششم و دوازدهم همه مطالعه شوندهگان مجدداً تحت همان شرایط مورد آزمون قرار گرفتند. نتایج ثبت شده نمونه‌ها در سه مقطع زمانی پیش، میان و پس از آزمون مقایسه و مورد بررسی قرار گرفتند. قبل از انجام آزمون مطالعه شوندهگان با دستگاه‌های اندازه‌گیری و مراحل انجام آزمون کاملاً آشنا شدند و به طور آزمایشی تحت آزمون قرار گرفتند. به منظور پایش شدت تمرین، روش شمارش ضربان قلب از طریق نبض رادیال به مطالعه شوندهگان آموخته شد، هر چند ابزار انجام تمرینات استقامتی (چرخ کارسنج) نیز مجهز به نشانگر ضربان قلب بود و مطالعه شوندهگان با رویت آن ضربان قلب خود را کنترل می‌کردند. از افراد خواسته شد تا در طول تمرین، ضربان قلبشان را با رعایت شدت تمرین در محدوده برنامه تمرینی حفظ کنند و نیز به جز جلسات تمرین، تمرین بدنی دیگری انجام ندهند. به علاوه بدون غیبت در تمام جلسات تمرین شرکت کنند و از مصرف مکمل‌های غذایی و داروها در طول دوره تمرین خودداری کنند. همه مطالعه شوندهگان به طور آگاهانه و داوطلبانه موافقت خود را برای شرکت در طرح اعلام کردند و مختار به ترک برنامه در هر مرحله ای شدند.

## اندازه‌گیری بیشینه انقباض ارادی

هر فرد برای گرم کردن خود پنج دقیقه روی دوچرخه ثابت با سرعت  $30 \pm 5$  کیلومتر در ساعت رکاب می‌زد و سپس بر صندلی دستگاه ایزو کینتیک می‌نشست. پشتی صندلی با زاویه  $85^\circ$  درجه تنظیم و فرد کاملاً با کمربندهای دستگاه بر صندلی ثابت می‌شد. مرکز دینامومتر روی کندیل ران قرار می‌گرفت و طول اهرم محرک 3 سانتی‌متر بالای قوزک خارجی مچ پا قرار می‌گرفت. بازوها در جلوی سینه در یکدیگر قلاب می‌شدند و در طی انقباض تشویق زبانی توسط آزمونگر و بازخورد بینایی با صفحه رایانه آزمون شونده به منظور ایجاد بیشینه انقباض ارادی صورت می‌گرفت. در ضمن با اندازه‌گیری گشتاور اعمال شده روی دینامومتر در حالت زانوی صاف، تصحیح نیروی جاذبه انجام می‌شد. زانوی آزمودنی در زاویه  $70^\circ$  درجه خم‌شدن ثابت و زاویه مزبور با گونیامتر الکترونیک اندازه‌گیری و کاملاً کنترل می‌شد. دو تا سه انقباض زیر بیشینه جهت آشنایی با روش کار قبل از آزمون اصلی انجام می‌شد. از فرد خواسته می‌شد تا عضله چهار سر را تا جایی که می‌تواند منقبض کند و برای حداقل 10 ثانیه نگه دارد و این عمل سه بار تکرار می‌شد. حداقل استراحت بین هر انقباض دو دقیقه در نظر گرفته شده بود. بالاترین میزان نیرو در انقباض ارادی ایزومتریک به عنوان حداکثر انقباض ارادی آزمودنی ثبت می‌شد. سپس بیست دقیقه بعد مطالعه شونده با 80 درصد از میزان حداکثر انقباض ارادی سه انقباض دیگر انجام می‌داد که بهترین آن ثبت می‌شد. (12)

## اندازه‌گیری الکترومایوگرافی

هم زمان با انجام حرکت ایزومتریک در 80 درصد حداکثر انقباض ارادی، دامنه سیگنال الکترومایوگرافی عضله پهن خارجی نیز دستگاه الکترومایوگرافی ثبت می‌شد. مدت سیگنال‌ها 15 ثانیه بود سیگنال‌های جمع شده در 3 ثانیه اول و آخر در تجزیه و تحلیل به کار نمی‌رفت.

اندازه گیری قدرت بیشینه

قدرت بیشینه در پنج حرکت جلو پا، پشت پا، پرس پا، نزدیک کننده و دورکننده زانو با استفاده از دستگاه تکنوجیم و فرمول زیر محاسبه شد.

$$1RM = \frac{\text{وزنه (کیلوگرم)}}{1.0278 - (0.0278 \times \text{تکرار})}$$

با دادن مشخصاتی نظیر وزن، قد، جنسیت و سطح تمرینی فرد (مبتدی، متوسط، حرفه ای) دستگاه وزنه ای را برای انجام حرکت پیشنهاد می کرد. تمرینات قدرتی

12 هفته تمرین قدرتی شامل سه دوره تمرین چهار هفته ای بود که بر اساس اصل اضافه بار در هر دوره حداکثر قدرت بیشینه جدید محاسبه و تمرین ادامه پیدا می کرد. تمرینات سه بار در هفته که شامل پرس پا، صاف کردن زانو، خم کردن زانو، تمرینات نزدیک کننده زانو و دورکننده زانو بود و نیز عضلات بزرگ قبل از عضلات کوچک و تمرینات چند مفصلی (پرس پا) قبل از تک مفصلی انجام می شد. تمرینات در چهار مرحله که مرحله اول گرم کردن با 50 درصد قدرت بیشینه و مراحل بعدی با 70، 80 و 85 درصد حداکثر قدرت بیشینه به ترتیب با تکرارهای 8، 10 و 12 تا انجام می شد. (15)

تمرینات استقامتی

دوره تمرین همانند قبلی 12 هفته بود که سه بار در هفته به صورت متناوب روی دو چرخه کارسنج انجام می شد. تمرینات در نوبت های سه دقیقه ای با 80 درصد حداکثر ضربان قلب در چهار نوبت در هفته اول شروع شد. هر چهار هفته دو نوبت به تمرینات اضافه می شد که در هفته دوازدهم به هشت نوبت سه دقیقه ای با 90 درصد حداکثر ضربان قلب رسید.

تمرینات هم زمان

دوره 12 هفته ای تمرین پیش رونده شامل نیمی از تمرینات قدرتی و نیمی استقامتی بود که سه بار در هفته انجام می شد. ترتیب انجام تمرینات در هر جلسه عوض می شد. تمرینات قدرتی در هفته اول با 80 درصد حداکثر قدرت بیشینه در دو نوبت با تکرار ده بار در چهار هفته دوم و سوم بر اساس اصل اضافه بار با تعیین حداکثر قدرت بیشینه جدید با همان تکرار و شدت انجام می شد. تمرینات استقامتی در هفته اول در دو نوبت سه دقیقه ای با 80 درصد حداکثر ضربان قلب بود و در چهار هفته دوم و سوم به ترتیب در سه و چهار نوبت سه دقیقه ای با 85 و 90 درصد حداکثر ضربان قلب بود. همسان کردن حجم تمرین

در گروه های تمرینی با برابری زمان کل انجام تمرین در 12 هفته انجام شد. (15)

تحلیل آماری

با توجه به طبیعی بودن توزیع داده ها، در تجزیه و تحلیل یافته ها از آزمون آماری اندازه گیری های مکرر (Rep Measures ANOVA) استفاده شد. از آزمون تحلیل واریانس در یافته های بین گروهی استفاده شد و در صورت معنی دار بودن تفاوت بین گروه ها آزمون LSD به کار می رفت. تحلیل آماری با نرم افزار spss انجام گردید و سطح معنی داری آزمون ها ( $P \leq 0/05$ ) در نظر گرفته شد.

### یافته های پژوهش

مقادیر دامنه سیگنال الکترومایوگرافی، حداکثر قدرت بیشینه و حداکثر انقباض ارادی عضله پهن خارجی مطالعه شونندگان در سه گروه تمرینی در جدول 2 نشان داده شده است. در مقایسه درون گروهی پس از شش هفته تمرین کاهش دامنه سیگنال الکترومایوگرافی در سه گروه قدرتی ( $P=0/001$ )، هم زمان ( $P=0/001$ ) و استقامتی ( $P=0/005$ ) معنادار بود. افزایش حداکثر قدرت بیشینه در سه گروه قدرتی ( $P=0/001$ )، هم زمان ( $P=0/001$ ) و استقامتی ( $P=0/018$ ) معنادار بود. افزایش حداکثر انقباض ارادی در دو گروه قدرتی ( $P=0/001$ ) و هم زمان ( $P=0/001$ ) معنادار اما در استقامتی ( $P=0/15$ ) غیر معنادار بود. از هفته ششم تا دوازدهم کاهش دامنه سیگنال الکترومایوگرافی در دو گروه قدرتی ( $P=0/015$ ) و هم زمان ( $P=0/001$ ) معنادار اما در استقامتی ( $P=0/82$ ) غیر معنادار بود. افزایش حداکثر قدرت بیشینه در هر سه گروه معنادار بود ( $P=0/04$ ). افزایش حداکثر انقباض ارادی در گروه قدرتی ( $P=0/001$ ) معنادار اما در دو گروه هم زمان ( $P=0/08$ ) و استقامتی ( $P=0/15$ ) غیر معنادار بود. مقادیر درصد تغییرات دامنه سیگنال الکترومایوگرافی، حداکثر قدرت بیشینه و حداکثر انقباض ارادی در سه گروه در مدت دوازده هفته تمرین در جدول 3 نشان داده شده است.

مقایسه دامنه سیگنال الکترومایوگرافی بین گروه ها در میان آزمون نشان داد گروه قدرتی با استقامتی ( $P=0/013$ ) و گروه همزمان با استقامتی ( $P=0/017$ ) تفاوت معناداری دارد و دو گروه قدرتی و همزمان ( $P=0/879$ ) تفاوت معناداری ندارند. حداکثر قدرت بیشینه بین گروه ها در میان آزمون تفاوت معناداری نداشت ( $P=0/174$ ). حداکثر انقباض ارادی بین

گروه ها در میان آزمون تفاوت معنا داری نداشت ( $P=0/22$ ). مقایسه دامنه سیگنال الکترومایوگرافی بین گروه ها در پس آزمون نشان داد گروه قدرتی با استقامتی ( $P=0/001$ ) و گروه هم زمان با استقامتی ( $P=0/007$ ) تفاوت معنا داری دارد و دو گروه قدرتی و هم زمان ( $P=0/261$ ) تفاوت معنا داری ندارند. مقایسه حداکثر قدرت بیشینه بین گروه ها در پس آزمون نشان داد گروه قدرتی با استقامتی ( $P=0/008$ ) و گروه هم زمان با استقامتی ( $P=0/01$ ) تفاوت معنا داری دارد و دو گروه قدرتی و هم زمان ( $P=0/9$ ) تفاوت معنا داری ندارند. نشان داد گروه قدرتی با استقامتی ( $P=0/16$ ) و گروه همزمان با استقامتی ( $P=0/2$ ) تفاوت معنا داری نداشتند و دو گروه قدرتی و همزمان ( $P=0/016$ ) تفاوت معنا داری دارند.

گروه ها در میان آزمون تفاوت معنا داری نداشت ( $P=0/22$ ). مقایسه دامنه سیگنال الکترومایوگرافی بین گروه ها در پس آزمون نشان داد گروه قدرتی با استقامتی ( $P=0/001$ ) و گروه هم زمان با استقامتی ( $P=0/007$ ) تفاوت معنا داری دارد و دو گروه قدرتی و هم زمان ( $P=0/261$ ) تفاوت معنا داری ندارند. مقایسه حداکثر قدرت بیشینه بین گروه ها در پس آزمون نشان داد گروه قدرتی با استقامتی ( $P=0/008$ ) و گروه هم زمان با استقامتی ( $P=0/01$ ) تفاوت معنا داری دارند.

جدول 2. تغییرات دامنه سیگنال الکترومایوگرافی، حداکثر قدرت بیشینه و حداکثر انقباض ارادی در سه گروه طی دوازده هفته تمرین

متغیر	گروه تمرینی	پیش آزمون (M±SD)	میان آزمون (M±SD)	پس آزمون (M±SD)
دامنه سیگنال الکترومایوگرافی (میلی ولت)	استقامتی	274/34±67/21	249/07±58/69*	247/76±51/68
	قدرتی	288/75±36/87	188±35/07*	153/45±46/87*
	همزمان	229/28±38/50	191/32±33/26*	178/91±32/52*
حداکثر قدرت بیشینه (کیلوگرم)	استقامتی	48/71±11/08	88/07±9/47*	90±8/41*
	قدرتی	88/12±14/8	97/81±15/2*	105/94±14/93
	همزمان	89/5±5/12	97/62±5/61*	105/31±5/25*
حداکثر انقباض ارادی (نیوتن بر متر)	استقامتی	150/28±41/33	166/42±36/25	167±31/99
	قدرتی	122/12±36/60	159±27/97	185/62±24/34*
	همزمان	117/37±19/49	141/25±17/99	153±16/42

\* تفاوت معنی دار آماری درون گروه وجود دارد.

## بحث و نتیجه گیری

پژوهش کنونی نشان می دهد که سازگاری های عصبی-عضلانی تابعی از نوع تمرین و مدت زمان آن می باشد، لذا الگوی سازگاری عصبی-عضلانی آن در گروه همزمان با حجم تمرینی برابر با گروه های قدرتی و استقامتی، و نیز تغییر توالی تمرین با گروه قدرتی مشابه می باشد، بدون اینکه در افزایش قدرت اختلال ایجاد کند. تمرین و فعالیت بدنی از جمله شرایط و عواملی اند که با تغییر کیفیت و کمیت عملکرد دستگاه های مختلف بدن و اعمال فشار بر آن ها موجب تغییر و سازگاری دستگاه های مزبور می شوند. دستگاه حرکتی که از دو بخش عمده عصب و عضله تشکیل شده است در مقابل تمرین و فعالیت بدنی هر دو نوع سازگاری ساختاری و عملکردی را از خود نشان می دهند. فرایندهای متفاوتی در محدودکنندگی افزایش قدرت در اثر نوع تمرین بیان شده اند که عبارتند از: بیش تمرینی، تغییر نوع تار عضله، بیش پروردگی عضلانی،

تغییرات هورمونی و تغییرات در میزان فراخوان واحدهای حرکتی بیش تمرینی به عنوان فرایندی برای کاهش قدرت خصوصاً در تمرینات هم زمان پیشنهاد شده است. (17) فرایند احتمالی دیگر تغییرات هورمونی است که تمرینات قدرتی عموماً همراه با افزایش در مقدار تستسترون و افزایش نسبت تستسترون به کورتیزول می باشد. (19) شرکت در تمرین (به خصوص تمرینات قدرتی) قدرت عضله را افزایش می دهد و افزایش قدرت اغلب با افزایش حجم عضله و تارهای آن (بیش پروردگی عضلانی) همراه است (سازگاری ساختاری). هر چند به درستی نشان داده شده است که قدرت بدون بروز هر گونه تغییر ساختاری در عضله بر اثر ایجاد سازگاری عملکردی نیز افزایش می یابد. انوکا (Enoka) (1998) معتقد است که مهم ترین عامل افزایش قدرت سیستم عصبی است که بدون بروز سازگاری های عصبی افزایش قدرت ممکن نخواهد بود. (21)

تمرین دیده شود. کاریک نشان داد هنگامی که تمرین استقامتی پیش از تمرین قدرتی انجام شود، قدرت پایین تنه کاهش می یابد. بنابراین در تحقیق حاضر تغییر توالی تمرین (یعنی در جلسه اول تمرین قدرتی بعد استقامتی و جلسه بعد اول تمرین استقامتی بعد قدرتی) می تواند عامل مهمی در ایجاد این الگوی سازگاری در گروه هم زمان باشد

انجام تمرین هم زمان با حجم تمرینی برابر با گروه های قدرتی و استقامتی و تغییر در توالی تمرین نه تنها باعث سرکوب سازگاری عصبی-عضلانی در افزایش قدرت نمی شود بلکه احتمالاً می تواند موجب بهبود سازگاری عصبی-عضلانی در افزایش قدرت شود که این افزایش نسبت به گروه استقامتی بیشتر و قدرتی کمتر می باشد. پس می توان افراد را در انتخاب طرح تمرینی مناسب و کسب نتایج بهتر و در زمان کوتاه تر کمک کرد.

در تحقیق حاضر ثبت فعالیت الکترو مایوگرافی عضله در نیروی ثابت (80 درصد حداکثر انقباض ارادی اولیه) در پیش، میان و پس از آزمون انجام شد، سازگاری عصبی ایجاد شده بعد از شش هفته به صورت کاهش معنا دار دامنه سیگنال الکترومایوگرافی در گروه قدرتی 17/5 درصد، همزمان 16/5 درصد و استقامتی 9/1 درصد بود که همراه با افزایش حداکثر انقباض ارادی در گروه قدرتی 23 درصد، همزمان 16/9 درصد و استقامتی 10 درصد بود که با یافته های گابریل (2006)، فولاند (2007)، فرانسکو فیلسی (2006) و گرانر (2008) هم خوانی دارد و با یافته هولترمن (2005) همخوانی ندارد.

در تحقیق حاضر تغییر توالی تمرین می تواند عامل مهمی در ایجاد این الگوی سازگاری در گروه همزمان باشد. در صورتی که تمرین استقامتی پیش از تمرین قدرتی انجام شود، ممکن است خستگی باقی مانده در بخش قدرتی

## References

- ۱-Kramer WJ, Spieriny BA. Skeletal muscle physiology: plasticity and responses to exercise. *Hormon & Resarch* ۲۰۰۶; ۶۶(۱): ۲-۱۶.
- ۲-Bumpa T. Periodization: theory and methodology of training. By Kendall, Hunt Publishing Company ۱۹۹۹. p. ۳۴۴-۶۶.
- ۳-Kraemer WJ, Ratamess N. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci. Sports Exerc.* ۲۰۰۳. p. ۶۷۴-۸۸۸.
- ۴-Gravelle BL, Blessing DL. Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance. *J Strength & Conditioning Research* ۲۰۰۰; ۱۴: ۵-۱۳.
- ۵-Hickson RC, Dvorak BA, Gorostiaga EM, et al. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *J Appl. Physiol.* ۱۹۸۸; ۶۵(۵): ۲۲۸۵-۹۰.
- ۶-Glowacki Sp, Martin S, Maurer A, et al. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training out comes in men. *Med. Sci Sports Exerc.* ۲۰۰۴; ۳۶(۱۲): ۲۱۱۹-۲۷.
- ۷-Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, et al. Progressive models in resistance training for healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* ۲۰۰۲; ۳۶: ۷۹-۷۹.
- ۸-Bell G J, Syrotuik D T, Socho T. Effects of strength training and concurrent strength and endurance training on strength testosterone and cortisol. *J Strength and Conditioning Research* ۱۹۹۷; ۱۱(۱): ۵۷-۶۴.
- ۹-Putman CH, Gillises I, Bell G, et al. Effect of strength, endurance and combined training on myosin heavy chain content and fiber-type distribution in humans. *Eur. J Appl. Physiol.* ۲۰۰۴; ۹۲: ۳۷۶-۸۴.
- ۱۰-IZquierdo M, Hakkinen KI, Benez J, Kraemer WJ. Effects of combined resistance & cardiovascular training on strength power muscle cross-sectional area, and endurance markers in middle-aged men. *Eur. J Appl physiol.* ۲۰۰۵; ۹۴: ۷۰-۵.
- ۱۱-Donmelrose R, Knowlton RG. Compatibility of adaptive responses with hybrid simultaneous resistance and aerobic training. *Sport J* ۲۰۰۵; ۸(۳): ۱-۹.
- ۱۲-Hakkinen K, Alen M, and Kramer WJ. Neuromuscular adaptation during concurrent strength and endurance training versus strength training. *Eur. J Appl. Physiol* ۲۰۰۳; ۸۹: ۴۲-۵۲.
- ۱۳-Mccarthy JP, Pozniak MA, Agre JC. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Med Sci Sports Exerc.* ۲۰۰۲; ۳۴(۳): ۵۱۱-۱۹.
- ۱۴-Mikkola J, Rusko H, Nummela A. Concurrent endurance and explosive type strength training improves neuromuscular and anaerobic characteristics in young distance runners. *Int. J Sports Med* ۲۰۰۷; ۲۸: ۶۰۲-۱۱.

- ۱۵-Leveritt M. Concurrent strength and endurance training. *Sport Med* ۱۹۹۹; ۲۸(۶): ۴۱۳-۲۷.
- ۱۶-Ghaeeni A, Rajabi H. [physical fitness]. *Samt Publication* ۲۰۰۳.p.۷۳-۸۳.(Persian).
- ۱۷-Enoka RM, Fuglevand AJ. Muscle strength & its development. *New Respectiv.Sports Med* ۱۹۹۸;۶(۳):۱۴۰-۶۸.
- ۱۸-Gabriel D, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise. *Sports Med* ۲۰۰۶; ۳۶(۲): ۱۳۳-۴۰.
- ۱۹-Folland JP, Williams AG. The adaptations to strength training. *Sports Med* ۲۰۰۷; ۳۷(۲): ۱۴۵-۶۸.
- ۲۰-Holtermann A, Roeleveld K. Changes in agonist EMG activation level during MVC cannot explain early strength improvement. *Eur. J Appl. Physiol.* ۲۰۰۵; ۹۴:۵۹۳-۶۰۱.
- ۲۱-Felici F. Neuromuscular responses to experience investigated through surface. *Emg. J Electromyography & Kinesiology* ۲۰۰۶; ۱۶: ۵۷۸-۸۵.
- ۲۲-Graner G, Blackburn T, Weimer W. Comparison of electromyographic activity during eccentrically versus concentrically loaded isometric contractions. *Electromyography Kinesiology* ۲۰۰۸;۱۸:۴۶۶-۷۱.
- ۲۳-Kamen G A. Training-related adaptations in motor unit discharge rate in young and elder adults. *J Gerontol Abiol. Scimed. Sci* ۲۰۰۴; ۵۹: ۱۳۳۴-۸.
- ۲۴-Milner Brown H, Stein R. Synchronization of human motor units: possible roles of exercise and supra spinal reflexes. *EEG Neurophysiol* ۱۹۷۵; ۳۸: ۲۴۵-۵۴.
- ۲۵-Van Cutsem MF. Mechanical properties and behaviours of motor units in the tibialis anterior during voluntary contractions. *Can. J Appl. Physiol.* ۱۹۹۷; ۲۲: ۵۸۵-۹۷.
- ۲۶-Staron R, Hagerman F. Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. *J Histochem Cytochem.* ۲۰۰۰; ۴۸: ۶۲۳-۹.
- ۲۷-Bell G, Syvotuk D, Martin TP. Effects of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in human. *Eur. J Appl. Physiol.* ۲۰۰۰; ۸۱: ۴۱۸-۲۷.
- ۲۸-Putman C, Gillises I, Bell G. Effect of strength endurance and combined training on myosin heavy chain content and fiber type distribution in humans. *Eur. J Appl. Physiol* ۲۰۰۴; ۹۲: ۳۷۶-۸۴.
- ۲۹-Vieira NA, Joapaub B, Gomes. Evaluation of strength training effects on neuromuscular system in soccer players in precompetitive period. *Int. J Exercise Sci* ۲۰۰۸;۱:۵۱-۶۱.

\*\*\*

## Effects of Training Style on Neuromuscular Adaptation in Untrained Men

Ghazalian F<sup>\*1</sup>, Nikbakht H<sup>2</sup>, Ebrahimi E<sup>3</sup>, Salavati M<sup>4</sup>

(Received: 26 Jul. 2009

Accepted: 15 Feb. 2010)

### Abstract

**Introduction:** One of the most common purposes of training science emphasizes on the function and adaptation for better performance of the athlete skills. Adaptation to strength & endurance training is generally different, and, at times, opposed to each other. The purpose of this research was to investigate the neuromuscular adaptation of two types of training concurrently.

**Materials & Methods:** Thirty- six healthy male students [mean (so) age ( $21,6 \pm 0,09$ ) years, height ( $175 \pm 3,39$ ) cm, weight ( $73,6 \pm 6,3$ ) kg] were randomly divided into three groups: the Strength group (n= 12), the Endurance group (n=12) and the Concurrent group (n=12). The strength group performed (%70-%85 1R.m) in 3 sets with 12, 10, 8 numbers respectively. The endurance group performed cycle interval training in 80- 90% maximum heart rate in 3 minutes the concurrent training included half strength and half endurance training with change of consequence of training 3 sections during 12 weeks. Surface electromyography (sEMG), Maximal Voluntary Contraction (MVC) Maximal Repetition (1RM) assessments were made before-middle and after training. General- leaner- model was used within the

group and one- way ANOVA between the groups.

**Findings:** The final results of our study were as follows: the result within the group showed a significant decrease in all the groups, of mean signal (EMG) after 6 weeks and in (S) and (C) groups after 12 weeks. In all the groups, 1RM increased after 6, 12 weeks. MVC increased in (S) and (C) groups after 6, 12 weeks, but in (E) group, it did not increase significantly. The results among the groups, showed a decrease in the mean signal (EMG) and an increase in 1RM with the same rate in (S) and (C) groups in 6, 12 weeks, but in (E) group, it wasn't significant. In all the groups, MVC wasn't significant in 6 weeks, but there was a significant difference in (S) and (C) groups in 12 weeks.

**Discussion & Conclusion:** The findings showed that the increasing strength of the concurrent group was less than that of the strength group and more than the endurance group. Probably, simultaneous exercise improves neuro-muscular adaptations without any disturbances in strengthening.

**Key words:** neuromuscular adaptation, strength, EMG

1. Dept of Sport Sciences, Islamic Azad University of Tehran (IAU), Tehran, Iran (corresponding author)

2. Dept of Exercise Physiology, Science & Research Branch, Islamic Azad University, of Tehran, Tehran, Iran

3. Dept of Rehabilitation, Faculty of Rehabilitation, Tehran, Iran

4. Dept of Rehabilitation, Faculty of Welfare & Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran