المپیک
فصلنامه
سال دوازدهم ـ شماره ۲ (پیاپی ۲۶) تابستان ۱۳۸۳

بررسی و مقایسهٔ تأثیر سه روش تمرینی پرشهای عمقی بر شاخصهای الکترومایوگرافی ورزشکاران ۱۶ تا ۱۸ سالهٔ باشگاهی

❖ دکتر محمد رضا کردی ، دانشگاه تهران
❖ دکتر اسماعیل ابراهیمی ، استادیار دانشگاه علوم پزشکی ایران
❖ دکتر رضا قراخانلو ، استادیار دانشگاه تربیت مدرس
❖ دکتر عباسعلی گائینی ، استادیار دانشگاه تهران

فهرست :

چکیده ۲۱
مقدمه ۲۲
روش شناسی تحقیق ۲۴
یافته‌های تحقیق ۲۶
بحث و نتیجه‌گیری ۲۸
منابع و مآخذ ۳۵

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

چکیده: هدف از انجام این پژوهش، بررسی و مقایسهٔ سه روش تمرین پلایومتریک (پرشهای عمقی) بر شاخصهای الکترومایوگرافی (آمپلی تود یا طول امواج و فرکانس یا تعداد پتانسیلهای عمل عضلات پهن داخلی و راست رانی) در ورزشکاران ۱۶ تا ۱۸ سال باشگاهی است. در این مطالعه، ۴۵ نفر از دانش‌آموزان دبیرستان تربیت بدنی و علوم ورزشی «پوریای ولی تهران»، به روش تصادفی انتخاب و پس از انجام آزمون توانایی برای شرکت در تمرین پرشهای عمقی، به سه گروه ۱۵ نفری تقسیم شدند. هر سه گروه به مدت ۱۶ جلسه، تمرین پرشهای عمقی را به سه شکل متفاوت انجام دادند. آزمودنیهای بدین ترتیب تمرینها را به اجرا در آوردند: گروه A، پرشهای عمقی با کمترین زمان تماس پاها به زمین در لحظهٔ فرود و بلافاصله حداکثر پرشهای عمودی (DJ-H/T یا BDJ)، آزمودنیهای گروه B، پرشهای عمقی با حداکثر سه ثانیه مکث در فرود، همراه با خم کردن زانوها و در پی آن حداکثر پرشهای عمودی (DJ-H یا CMJ) و آزمودنیهای گروه C، پرشهای عمقی همانند گروه B اما همراه با جلیقه‌های حاوی وزنه (DJ-W/H یا CMWJ). ارتفاع سکوی پرشهای عمقی و ارتفاع پرشهای عمودی برای همهٔ آزمودنیها در سه گروه یکسان و به ترتیب ۴۰ و ۷۰ سانتی متر بود. برای اندازه‌گیری شاخصهای الکترومایوگرافی از دستگاه EMG استفاده شد. اندازه‌گیریها در سه مرحلهٔ پیش، میان و پس آزمون تکرار شد.

نتایج آزمون تحلیل واریانس ANOVA، با مقایسهٔ میانگین شاخصهای الکترومایوگرافی در سه مرحلهٔ مذکور به طور جداگانه نشان دادند که در آمپلی تود عضلهٔ پهن داخلی، تغییرات ایجاد شده فقط در آزمودنهای گروه A از نظر آماری معنا دار نبود (P=٪۸). اما در مورد گروه B، با استفاده از روش LSD مشخص شد، از مرحلهٔ میان تا پس آزمون کاهش معناداری اتفاق افتاده است (P<٪۱). گروه C نیز از مرحلهٔ پیش تا پس آزمون با کاهش معنا داری همراه بود (P<۰/۰۰۲). همین نتایج در خصوص آمپلی تود عضلهٔ راست رانی در سه گروه تکرار شد. نتایج مربوط به فُرکانس عضلات پهن داخلی و راست رانی نشان داد، در گروه A، افزایش معنا داری رخ داده است (P<۰/۰۰۴) و (P<۰/۰۰۱)، در حالی که در دوگروه B و C تغییرات معنا دار نبودند (P=۰/۵۱)، (P=۰/۲۹)، (P=۰/۱۷)و(P=۰/۰۲۶).

واژگان کلیدی: پرشهای عمقی، الکترومایوگرافی، سکوی پرش، طول امواج و تواتر امواج.

مقدمه

در جهان امروز، متخصصان و کارشناسان ورزش در پی بهره گیری از یافته های علمی برای آماده ساختن هر چه بهتر ورزشکاران حرفه ای خودهستند و به منظور شرکت دادن آنان در رقابتهای سنگین ملی، جهانی و المپیکها، می خواهند افتخارات ملی برای کشورشان کسب کنند. دراین باره به نظر می رسد، بهره برداری از بهترین روشهای تمرینی با حفظ شادابی و سلامت هرچه بیشتر ورزشکاران در رده های متفاوت سنی، یکی از مهم ترین اصولی است که رعایت آن از سوی مربیان مجرب و آگاه در ورزش قهرمانی و حرفه ای اجتناب ناپذیر است. در بین انواع روشهای تمرینی، یکی از مؤثرترین آنها، به ویژه در رابطه با توسعهٔ قدرت، سرعت و در نهایت توان ورزشکاران، تمرینهای **پلایومتریک**[1] با تأکید بر **پرشهای عمقی**[2] است(۳۴، ۳۳، ۳۱، ۲۷، ۱۲، ۹، ۵).

در دورهٔ آماده سازی قریب به اتفاق مربیان با تأکید بر این دوره، از روشهای تمرینی پلایومتریک استفاده می کنند. به گونه ای که درحال حاضر، بسیاری از مربیان در رشته های گوناگون ورزشی، موفقیت ورزشکاران خود را مرهون شرکت آنان در این نوع تمرینها می دانند. برای مثال **کن فورمن**[3]، سرمربی تیم ملی دو و میدانی زنان آمریکا، عامل برتری ورزشکاران حرفه ای خود **ترزا اسمیت**[4] در رشتهٔ پرش ارتفاع، **ماراتا واتسون**[5]، در پرش طول و **کارین اسمیت**[6] در پرتاب نیزه را که دارای عنوانهای قهرمانی جهانی المپیک هستند، شرکت در تمرینهای متفاوت با تأکید بر تمرینهای پلایومتریک عنوان کرده است(۱۹).

چو[7] و کراجل[8] داشتن سرعت بالا و اجرای حرکتهاو مهارتها را با سرعت بیشتردر رشته های ورزشی، منوط به داشتن تمرینهای مناسب، به ویژه ترکیبی از تمرینهای مقاومتی و پلایومتریک می دانند (۱۴). موفقیت تمرینهای پلایومتریک از طریق پژوهشهای علمی و گزارشهای از رشته های ورزشی،

1 .Plyometric
2 .Depth jumps
3 .Ken foreman
4 .Theresa Smith
5 .Martha Watson
6 .Karin Smith
7 .Chu
8 .Kragal

از قبیل بسکتبال، وزنه برداری، والیبال، فوتبال، شنا، اسکی، دو و میدانی، تکواندو، اسکواش و سایر رشته ها به دست آمده است (۳۵، ۳۱، ۱۷، ۱۵، ۹، ۶). نکتهٔ قابل توجه دیگری که کمتر مورد بررسی قرار گرفته است، تأثیر تمرینهای پلایومتریک در بهبود عملکرد ورزشکاران استقامتی است.

لسراپ[1] در بخش ادبیات پژوهش خود، به پژوهشی اشاره کرده است که در آن، محققان در سال ۲۰۰۱ دریافته اند ورزشکاران استقامتی می توانند با استفاده از تمرینهای پلایومتریک از طریق افزایش حداکثر توان و توسعهٔ اقتصادی دویدن یا به عبارت بهتر کاهش در هزینه های انرژی، عملکرد مطلوبی به ویژه در پایان مسابقه داشته باشند (۲۴). پژوهشهای متعددی در سالهای متمادی انجام شده اند و نتایج نشان می دهند، تمرینهای پلایومتریک به ویژه پرشهای عمقی مؤثر بوده اند(۱۶، ۱۵، ۱۳، ۱۱، ۸). اما همواره پیشرفت ورزشکاران از طریق پرداختن به این نوع تمرینها از سوی بسیاری از پژوهشگران مورد سئوال بوده است. **مت برزیکی**[2] در مقالهٔ خود بیان می دارد، **کریتنسن**[3] و **ملویل**[4] بین فشار درد زانو با پرش عمقی ارتباطی پیدا کردند و آن را عامل توجیه کننده‌ای برای آسیبزا بودن تمرینهای پرشهای عمقی دانستند(۹). همچنین، **ویکگران**[5] (۱۹۸۸)، **هوریگان**[6] و **شاو**[7] (۱۹۹۰) ارتوپدیستهای تیمهای ورزشی، رایج ترین صدمات مربوط به تمرینهای پلایومتریک را التهاب تاندون کشککی عنوان کردند. این دو پژوهشگر، صدماتی همچون پیچیدگی، خونمردگی پاشنهٔ پا، صدمات مینیسک زانو و پارگی تاندونها را ناشی از این نوع تمرینها دانستند. از طرفی دیگر، ویکگرن شکستگی تنشی را یکی از آسیبهای جدی تمرینهای پلایومتریک دانسته است(۳۲، ۲۱، ۱۰). جدای از مسئله آسیبزا بودن تمرینهای پلایومتریک، برخی از پژوهشگران به مؤثر نبودن این نوع تمرینها در بهبود عملکرد ورزشی ورزشکاران تأکید داشته اند.

کرامر، مارو و لگر (۱۹۹۳) نشان دادند، ارزش اثر بخشی تمرینهای پلایومتریک برای ورزشکاران نامشخص است(۱۰). مطالعات هشت سالهٔ اسکولز از سال ۱۹۷۸ تا ۱۹۸۶ نشان داد، هیچ نشانه‌ای از پیشرفت اجرای پرش عمومی یا طولی دانشجویان ۲۶ ساله‌ای که پرشهای عمقی را دو جلسه در هفته انجام می دادند، مشاهده نشده (۲۹).

هوریگان و شاو در مقالهٔ خود به نقل از کیم گراس[8] مربی بدنسازی نیروی هوایی آمریکا بیان می دارند، بسیاری از آسیبها و صدمات ناشی از انجام تمرینهای پلایومتریک، به این دلیل اتفاق می افتد که شدت این گونه تمرینها برای ورزشکاران، با برآوردی که از آمادگی آنان شده است، هماهنگ نیست. او ابراز داشته است، ارزیابی دقیق ازمدت زمان و تعداد تکرارهای پرشهای عمقی اهمیت زیادی دارد و باید کاملاً هماهنگ و مشخص باشند(۲۱).

با توجه به دیدگاههای ارائه شده از پژوهشگران در خصوص تأثر گذاری تمرینهای پلایومتریک، به نظر می رسد سئوالهایی نیز مطرح می شوند، از جمله، اصولاً چه تغییراتی در عملکرد عصبی - عضلانی ورزشکاران رخ می دهد که بتوانند جهشهای قابل توجه در رکوردهای آنان را پس از استفاده از تمرینهای گوناگون از جمله تمرینهای پلایومتریک توجیه کنند؟

1.Lathrap
2.Mat Brzycki
3 .Christensen
4 .Melville
5 .Wikgren
6 .Horrigan
7 .Show
8 .kim Gross

و آیا در انواع تمرینها به ویژه پرشهای عمقی، از نظر میزان تأثیر گذاری بر شاخصهای الکترومایوگرافی، از قبیل طول و فرکانس امواج دو عضلهٔ پهن داخلی و راست رانی تفاوتی وجود دارد؟ درتحقیقات زیادی، رابطهٔ مستقیم بین قدرت عضله و فعالیت الکتریکی آن (EMG) گزارش شده است. با توجه به اینکه افزایش آمپلی تود امواج الکتریکی عضلات، به منزلهٔ بسیج واحدهای حرکتی بیشتر و مورد نیاز عضله برای فعالیت خاص همچنین افزایش فرکانس امواج الکتریکی، معرف استفادهٔ بیشتر از آتشبار واحدهای حرکتی درگیردر فعالیت عضلانی است(۲۵). دراین بررسی، پژوهشگر به دنبال میزان تأثیر گذاری انواعی از پرشهای عمقی، بر متغییرهای مؤثری همچون آمپلی تود و فرکانس امواج الکتریکی عضلات در گیر فعالیت، در برتری ورزشکاران است و اینکه چه نوع پیامدهای عصبی - عضلانی با شرکت در چند جلسه تمرین پرشهای عمقی رخ خواهد داد؟

روش شناسی تحقیق

دراین بخش از مقاله، به ترتیب به این موارد اشاره خواهد شد: تعریف جامعهٔ آماری، چگونگی انتخاب نمونه ها، معرفی گروهها، توصیف متغیرهای پژوهش، مرحله های اجرای پژوهش و روشهای آماری مورد استفاده در تجزیه و تحلیل یافته های پژوهش.

جامعه و نمونهٔ آماری

جامعهٔ آماری این پژوهش را جوانان ورزشکار ۱۶ تا ۱۸ سالهٔ دبیرستان تربیت بدنی و علوم ورزشی تشکیل می دهند که چند سال به ورزش می پرداختند

نمونهٔ آماری این پژوهش را ۴۵ نفر از دانش آموزان دبیرستان تربیت بدنی و علوم ورزشی پوریای ولی استان تهران تشکل دادند. میانگین وزن این افراد ۶۴/۰۷ کیلوگرم، قد ۱۷۳/۶۱ سانتی متر، سن ۱۶/۷۹ سال و شاخص تودهٔ بدنی ۲۱/۲۷ کیلوگرم بر متر مربع به دست آمد و به طور عمده، در رشته های فوتبال، کشتی، بسکتبال، والیبال، تکواندو، کاراته، جودو و دو و میدانی فعالیت باشگاهی داشتند. ابتدا ۴۵ نفر از دانش آموزانی که قادر به اجرای حرکت پرس پا به میزان ۲/۵ برابر وزن خود و تکرار رکورد پرش ایستاده (جفتی) پس از پرش عمقی از سکوی ۴۰ سانتی متر بودند، انتخاب شدند. سپس به طور تصادفی هر ۱۵ نفر در یکی از سه گروه مورد نظر قرار گرفتند.

معرفی گروهها

گروههای سه گانهٔ A، B و C براساس شرایط زیر تقسیم شدند و با توجه به نوع برنامهٔ تمرینی در طول مرحلهٔ پژوهش، آن را به اجرا در آوردند.

گروه A: تمرین این گروه، شامل پرشهای عمقی با حداقل تماس پا با زمین پس از فرود و بلافاصله پرشهای عمودی بود. آزمودنیها مؤظف بودند، در هر جلسه تمرین پس از فرود از سکوی تعیین شده، بلافاصله و حتی المقدور با خم نکردن زانوهای خود، پرشهای عمودی[1] را با توجه به تعداد در نظر گرفته شده انجام دهند.

گروه B: تمرین این گروه، شامل پرشهای عمقی با حداکثر سه ثانیه مکث و خم کردن **زانوها**[2] (حدود ۹۰ درجه) بود. آزمودنیهاباید با خم کردن زانوها و پایین بردن مرکز ثقل بدن، پرشهای عمودی را برای هر تعداد پرش عمقی که به طور ویژه برای هر فرد در هر جلسه تمرین در نظر گرفته می شد، انجام می دادند.

1 .Bounding Drop Jump (BDJ)
2 .Counter Movement (CMJ)

گروه C : تمرین این گروه، شامل پرشهای عمقی همراه با مکث و خم کردن زانوها مطابق تمرین گروه B بود، با این تفاوت که آزمودنیهای این گروه از جلیقه‌هایی استفاده می کردند که حاوی تعدادی وزنه[1] بود. با توجه به تفاوتهای فردی در بین آزمودنیهای گروه C، تعداد وزنه‌ای که در جلیقه‌های تمرینی آنان قرار گرفت، برای هر نفر نیز متفاوت بود، به گونه‌ای که میزان وزنهٔ جلیقه‌ها از طریق آزمون پرس پا و طبقه بندی افراد، این گروه به سه دستهٔ قوی، متوسط و ضعیف براساس نتایج حاصله، تعیین شد .برای گروه قوی میزان وزنه در جلیقه‌ها ۸ کیلوگرم، برای گروه متوسط ۶ کیلوگرم و برای گروه ضعیف ۴ کیلوگرم در نظر گرفته شد و تا آخرین جلسهٔ تمرین نیز ثابت باقی ماند. همان گونه که ذکر شد، اصل اضافه بار در تمرینها از طریق افزایش تعداد پرشهای عمقی صورت گرفت. آزمودنیهای این گروه، قبل از شروع تمرین جلیقه‌های مخصوص خود را می‌پوشیدند و پرشهای عمقی خود را به تعدادی که برای هر فرد در هر جلسه تمرین در نظر گرفته می‌شد، انجام می‌دادند. تمام جلسات تمرینی سه گروه، در سالن بسکتبالی دارای کف پوش چوبی (پارکت) برگزار می شد.

متغیرهای پژوهش

متغیرهای مستقل، سه روش تمرینی پرشهای عمقی هستند که در بخش معرفی گروهها به آنها اشاره شد و متغیرهای وابسته، شامل طول و تواتر امواج عضلات پهن داخلی و راست رانی بوده‌اند.

مرحلهٔ اجرای پژوهش

۱. آزمودنیها

تعداد ۴۵ نفر از جوانان ورزشکار دبیرستان تربیت بدنی و علوم ورزشی استان تهران که از سلامت کامل برخوردار بودند و سابقهٔ بیماری نداشتند، پس از پر کردن فرم اولیه در سه گروه تجربی انتخاب شدند. قبل از شروع تمرینها در سه جلسهٔ توجیهی، آزمودنیها، با نحوهٔ کار به طور کامل و عملی آشنا شدند. پس از آن موافقت کتبی خود را برای شرکت در مرحله‌های کامل پژوهش اعم از تمرینها، آزمونهای مربوط به اندازه‌گیری شاخصهای الکترومایوگرافی و الکترونوروگرافی از طریق دستگاه الکترومایوگرام اعلام کردند.

۲. معرفی و نحوهٔ تعیین شدت تمرینها برای هر گروه

با توجه به اجرای آزمونهای مربوط به میان و پس آزمون، تمرینها بطور کلی به دو بخش هشت جلسه‌ای و در مجموع به ۱۶ جلسه تقسیم شدند. آزمودنیها نیز در سه گروه جداگانه، برای اجرای تمرینهای ویژه و متفاوت قرار گرفتند. برای تعیین شدت تمرین، آزمودنیها در جلسهٔ اول تمرین تا آنجایی که قادر بودند (تا بروز خستگی) پرشهای عمقی و بعد ازآن پرشهای عمودی را انجام دادند. تعداد اجراها برای هر نفر شمارش و ثبت می شد. برای شروع تمرینهای اصلی، ۷۰ درصد از توانایی هر فرد محاسبه می شد و برای جلسهٔ دوم و سوم تمرینها، آزمودنیها با ۷۰درصد از توانایی خود، پرشهای عمقی و پرشهای عمودی را انجام می‌دادند. با رعایت اصل اضافه بار پس از هر دو جلسه تمرین، به میزان ۵ درصد به تعداد پرشها افزوده شد، به گونه‌ای که آخرین جلسهٔ تمرینی یعنی جلسهٔ شانزدهم، افراد با ۱۰۵ درصد از توانایی اولیهٔ خود تمرین کردند. ارتفاع سکوی پرشهای عمقی و در

1.Counter Movement Weight Jump (CMWJ)

پی آن پرشهای عمودی برای تمام آزمودنیها در هر سه گروه ثابت و به ترتیب برابر با ۴۰ و ۷۰ سانتی متر بود. آزمودنیهای سه گروه، سه روز در هفته و یک روز در میان تمرین می کردند.

۳. روش الکترومایوگرافی برای بررسی آمپلی تود و فرکانس عضلات مورد مطالعه

شاخصهای الکترومایوگرافی، شامل میانگین آمپلی تود و فرکانس امواج عضلات راست رانی و پهن داخلی با استفاده از دستگاه EMG پزشکی مدل «MS92 A» ساخت انگلستان بود. در این دستگاه زمان انجام حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک در حرکت باز کردن مفصل زانوی پای چپ آزمودنیها ثبت می شد. بلندی امواج و زیاد بودن تعداد پتانسیلها، به مفهوم نیروی انقباضی قوی تر و بر عکس آن، به مفهوم انقباض ضعیف تر بود.

مرحلهٔ های اجرای روشهای تجزیه و تحلیل

در این پژوهش از روشهای آمار توصیفی و استنباطی به شرح زیر استفاده شد:

۱. توصیف آماری متغیرهای تحت بررسی، شاخصهای آماری توصیفی و جدولهای توصیفی تغییرات.

۲. همگن بودن آزمودنیهای پژوهش از نظر متغیرهای مورد سنجش با استفاده از روش آنالیز واریانس ارزیابی شد.

۳. تغییرات درون گروهی از نوع تمرین اعمال شده با متغیرهای مورد سنجش در طول سه مرحله ناشی می شد که با استفاده از روشهای آماری آنالیز واریانس، LSD و نمودارهای مربوطه تجزیه و تحلیل می شدند. تمام عملیات آماری برحسب هدف، ویژهٔ پژوهش با نرم افزار SPSS انجام شد و سطح معنا داری آزمونها $P< ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته های تحقیق

یافتهٔ آماری پژوهش در جدولهای ۱، ۲، ۳ و ۴ آورده شده است و یافته های مقایسه ای هر جدول در نمودار مربوط (۱، ۲، ۳و ۴) نشان داده شده اند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱. میانگین ± انحراف معیار شاخصهای الکترومایوگرافی آزمودنیهای سه گروه در مرحلهٔ پیش آزمون

متغیر / گروه	A	B	C
بزرگی امواج عضلهٔ پهن داخلی (میکروولت)	۳۰۷/۶۹ ± ۹۳/۴۷	۲۶۳/۰۸ ± ۱۴۵/۵۵	۲۷۶/۱۵ ± ۱۰۴/۳۷
بزرگی امواج عضلهٔ راست رانی (میکروولت)	۲۸۸/۴۶ ± ۷۹/۴۶	۲۶۰/۷۷ ± ۱۳۳/۹۴	۲۶۵/۴۸ ± ۱۰۴/۷۷
فرکانس عضلهٔ پهن داخلی (هرتز)	۳۴/۶۲ ± ۴/۷۹	۲۷/۳۱ ± ۱۲/۸۵	۲۸/۸۵ ± ۹/۸۲
فرکانس عضلهٔ راست رانی (هرتز)	۳۱/۵۴ ± ۴/۲۷	۲۳/۸۵ ± ۱۴/۱۶	۲۶ ± ۸/۶۴

جدول ۲ . میانگین± انحراف معیار شاخصهای الکترومایوگرافی آزمودنیهای گروه A در سه مرحلهٔ پیش، میان و پس آزمون

متغیر / گروه A	پیش آزمون	میان آزمون	پس آزمون
بزرگی امواج عضلهٔ پهن داخلی (میکروولت)	۳۰۷/۶۹ ± ۹۳/۴۷	۳۲۹/۲۳ ± ۴۸/۷۹	۲۴۶/۱۵ ± ۱۰۴/۸۴
بزرگی امواج عضلهٔ راست رانی (میکروولت)	۲۸۸/۴۶ ± ۷۹/۴۶	۳۱۰/۷۹ ± ۱۰۲/۳۵	۲۲۲/۸۵ ± ۱۰۷/۲۸
فرکانس عضلهٔ پهن داخلی (هرتز)	۳۴/۶۲ ± ۴/۷۹	۲۳/۰۸ ± ۵/۲۲	۳۸/۰۸ ± ۳/۲۵
فرکانس عضلهٔ راست رانی (هرتز)	۳۱/۵۴ ± ۴/۲۷	۳۲/۶۹ ± ۴/۸۴	۴۰ ± ۰/۰۰

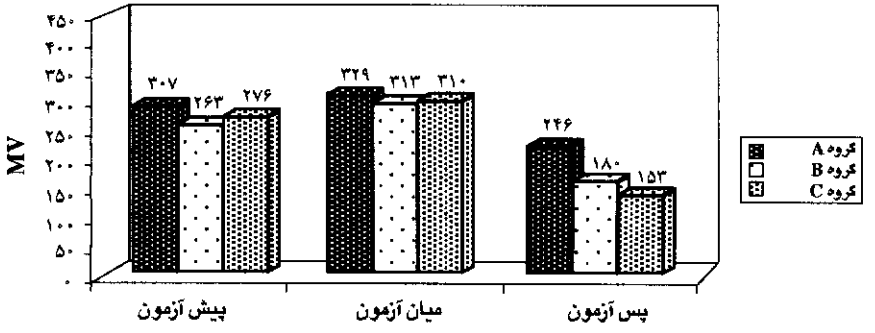
جدول ۳. میانگین± انحراف معیار شاخصهای الکترومایوگرافی آزمودنیهای گروه B در سه مرحلهٔ پیش، میان و پس آزمون

متغیر / گروه B	پیش آزمون	میان آزمون	پس آزمون
بزرگی امواج عضلهٔ پهن داخلی (میکروولت)	۲۶۳/۰۸ ± ۱۳۵/۵۵	۳۱۳/۰۸ ± ۱۳۲/۵۱	۱۸۰ ± ۱۰۷/۳۹
بزرگی امواج عضلهٔ راست رانی (میکروولت)	۲۶۰/۷۷ ± ۱۳۳/۹۴	۳۰۶/۹۲ ± ۱۳۴/۶۸	۱۷۷/۶۹ ± ۱۰۱/۲۵
فرکانس عضلهٔ پهن داخلی (هرتز)	۲۷/۳۱ ± ۱۲/۸۵	۳۱/۵۴ ± ۱۱/۲۵	۳۲/۳۱ ± ۱۰/۹۲
فرکانس عضلهٔ راست رانی (هرتز)	۲۲/۸۵ ± ۱۴/۱۶	۴۰ ± ۱۰/۶۱	۳۲/۶۹ ± ۱۰/۹۲

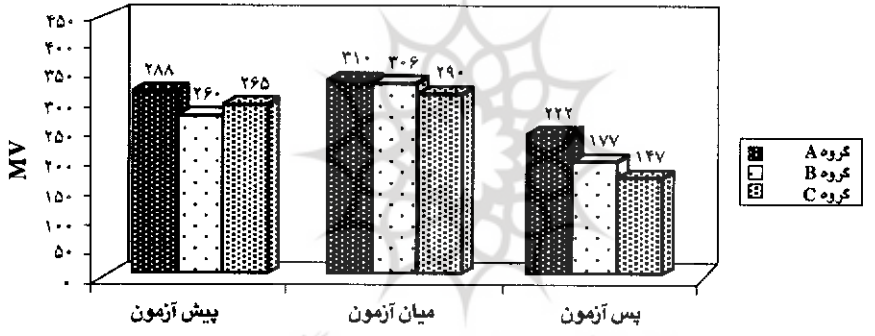
جدول ۴ .میانگین± انحراف معیار شاخصهای الکترومایوگرافی آزمودنیهای گروه C در سه مرحلهٔ پیش، میان و پس آزمون

متغیر / گروه C	پیش آزمون	میان آزمون	پس آزمون
بزرگی امواج عضلهٔ پهن داخلی (میکروولت)	۲۷۶/۱۵ ± ۱۰۴/۳۷	۳۱۰/۷۷ ± ۱۴۳/۲۶	۱۵۳/۰۸ ± ۷۵/۵۴
بزرگی امواج عضلهٔ راست رانی (میکروولت)	۲۶۵/۳۸ ± ۱۰۴/۷۷	۲۹۰ ± ۱۱۹/۹۳	۱۴۷/۶۹ ± ۸۴/۹۷
فرکانس عضلهٔ پهن داخلی (هرتز)	۲۸/۸۵ ± ۹/۸۲	۲۹/۸۵ ± ۱۰/۴۲	۳۵ ± ۱۱/۱۸
فرکانس عضلهٔ راست رانی (هرتز)	۲۶ ± ۸/۶۴	۲۹/۶۲ ± ۱۱/۰۸	۳۲/۶۹ ± ۱۰/۹۲

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



نمودار ۱. میانگین تغییرات بلندی امواج الکتریکی عضله (آمپلی تود)پهن داخلی آزمودنیهای سه گروه در مرحله های پیش، میان و پس آزمون



نمودار ۲. میانگین تغییرات بلندی امواج الکتریکی عضله (آمپلی تود) راست رانی آزمودنیها در سه مرحلهٔ پیش، میان و پس آزمون

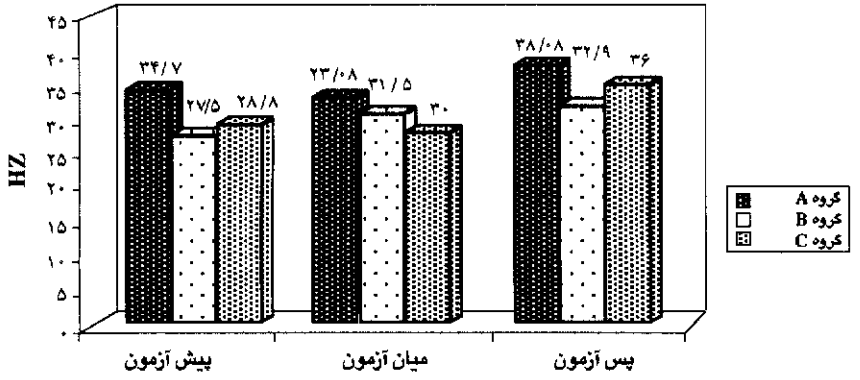
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بحث و نتیجه گیری

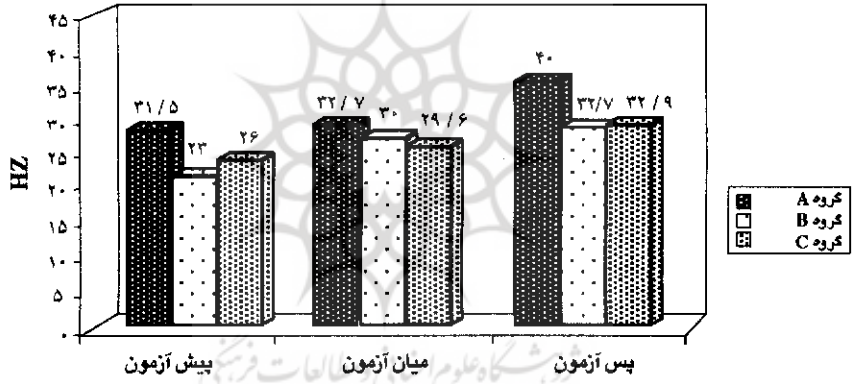
با توجه به نتایج متفاوتی که در خصوص اثر بخشی تمرینهای پلایومتریک به ویژه پرشهای عمقی گزارش شده‌اند، پژوهش حاضر با استفاده از سه روش متفاوت از این نوع تمرینها به بررسی و مقایسهٔ پیامدهای عصبی - عضلانی از دیدگاه EMG، با هدف میزان اثر بخشی تمرینهای مورد نظر روی ورزشکاران ۱۶ تا ۱۸ سالهٔ می پردازد. تفسیر نتایج، با توجه به هدفهای از پیش تعیین شده در پی می‌آید.

۱.آزمون همگن بودن آزمودنیها

در سه گروه تجربی آزمون تحلیل واریانس روی میانگین متغییرهای مورد مطالعه در مرحلهٔ پیش آزمون نشان داد که بین هیچ کدام از متغیرها در گروهها تفاوت معنا داری وجود نداشت. این مسئله، بیانگر وجود تجانس بین گروههای مورد آزمون بود. یکسان و متجانس بودن آزمودنیها در مرحلهٔ شروع کار به رفع برخی از ابهامات در تجزیه و تحلیل داده‌ها کمک کرد و تأثیرگذاری عاملها و تفاوتهای فردی اولیه را تا حداقل



نمودار ۳. میانگین تغییرات فرکانس امواج الکتریکی (تعداد پتانسیل عمل) عضلهٔ پهن داخلی آزمودنیها در سه مرحلهٔ پیش، میان و پس آزمون



نمودار ۴. میانگین تغییرات فرکانس امواج الکتریکی (تعداد پتانسیل عمل) عضلهٔ راست رانی آزمودنی ها در سه مرحلهٔ پیش، میان و پس آزمون

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

میزان ، کاهش داد.

۲. مقایسهٔ اثر سه روش تمرینی پرشهای عمقی برمقادیر مربوط به آمپلی تود عضلات پهن داخلی و راست رانی آزمودنیها

تعیین بزرگی امواج یا آمپلی تود عضلات درگیر در تمرینها، همواره به عنوان شاخص مهمی در تعیین میزان اعمال قدرت تارهای عضلانی مربوطه، مورد توجه پژوهشگران بوده است. دراین پژوهش ، آمپلی تود عضلات پهن داخلی و راست رانی از مجموع عضلات چهار سر رانی ، از طریق ثبت امواج با استفاده از روش الکترومایوگرافی سطحی اندازه گیری شد. نتایج آزمون تحلیل واریانس روی میانگین آمپلی تود عضلهٔ پهن داخلی سه گروه تجربی A ، B و C ، در سه مرحلهٔ پیش ، میان و پس آزمون به طور جداگانه نشان دادند که در گروه A ، از مرحلهٔ پیش تا پس آزمون تفاوت معناداری وجود ندارد. به عبارتی دیگر ، تمرینهای از نوع DJ-H/T ، تأثیر معنا دار آماری بر بزرگی امواج

عضلهٔ پهن داخلی آزمودنیهای مربوطه نداشتند اما در گروه B که آزمودنیهای آن تمرینهای از نوع DJ-H داشتند، نتایج نشان دادند که بزرگی امواج عضلهٔ پهن داخلی در این پژوهش، از مرحلهٔ پیش تا مرحلهٔ پس آزمون است و با کاهش در آمپلی تود امواج الکتریکی عضلهٔ پهن داخلی همراه بوده است ($P<0/01$). تغییرات از مرحلهٔ پیش تا میان آزمون با افزایش آمپلی تود عضلهٔ مذکور همراه بودند، اما از نظر آماری معنا دار نبودند.

نگاهی به وضعیت آزمودنیهای گروه C، یعنی گروهی که تمرینهای از نوع DJ-W/H داشتند، می‌تواند به مقایسهٔ گروههای تجربی متفاوت در این زمینه کمک کند. نتایج آزمون تحلیل واریانس در خصوص میانگین آمپلی تود امواج الکتریکی عضلهٔ پهن داخلی آزمودنیهای گروه C درمرحله های پیش، میان و پس آزمون نشان دادند، از مرحلهٔ پیش تا پس آزمون، تغییرات معنا دار آماری وجود دارند و با استفاده از روش LSD مشخص شد که تفاوت معنادار آماری مربوط به مرحلهٔ پیش تا پس آزمون با کاهش قابل توجهی به میزان ۱۲۳ میکروولت و مرحله میان تا پس آزمون با کاهشی به میزان ۱۵۸ میکروولت همراه بوده است. بررسی تغییرات مرحلهٔ پیش تا میان آزمون نشان داد، تفاوت از نظر آماری در این مرحله غیر معنا دار و همراه با افزایش ۳۵ میکروولت در آمپلی تود عضلهٔ مذکور بوده است .اما در مرحلهٔ میان تا پس آزمون، تغییرات با کاهش آمپلی تود در این عضله همراه بوده است. همان گونه که اشاره شد، این تغییرات در گروه B و C از نظر آماری معنا دار بودند.

نکتهٔ قابل توجه در تفسیر نتایج حاصله این است که به نظر می‌رسد، عضلهٔ مورد مطالعه در آزمودنیهای سه گروه به دلیل فشار و تازگی تمرینها به طور موقت با فراخوانی واحدهای حرکتی بیشتر مواجه شده است .به عبارتی دیگر، به نوعی از سازگاری زودرس دست یافته است و همان گونه که اشاره شد، از نظرآماری معنا دار بوده است و قابل اعتماد نیست. کاهش معنا داری آمپلی تود امواج الکتریکی از مرحلهٔ میان تا پس آزمون در گروه B و به ویژه گروه C، بیانگر این مطلب است که عضلهٔ پهن داخلی درآزمودنیهای این دو گروه، نتوانسته‌اند واحدهای حرکتی بیشتری را به کار گیرند. با توجه به تغییر نکردن فرکانس امواج الکتریکی این عضله در دو گروه مذکور، به نظر می‌رسد نوعی اختلال ایجاد شده است که می‌تواند شروع خستگی باشد به عبارتی دیگر، عضلهٔ مورد مطالعه با این روش از تمرینها در آزمودنیها، به سازگاری عصبی - عضلانی جدیدی دست یافته است.

عضلهٔ راست رانی نیز یکی از محوری‌ترین عضلهٔ چهار سرانی است. در پژوهش حاضر، به این عضله در کنار عضلهٔ پهن داخلی توجه شده و آمپلی تود(بزرگی امواج) آن ازطریق EMG، در سه گروه جداگانه و در سه مرحلهٔ پیش، میان و پس آزمون اندازه‌گیری و ارزیابی شده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهند، تغییرات آمپلی تود این عضله همانند عضلهٔ پهن داخلی در سه گروه مورد مطالعه، متأثر از تمرینها بوده‌اند. در گروه A تفاوت معنا دار آماری بین سه مرحله مشاهده نشد. اما از نظر مقادیر کمی میانگین آمپلی تود عضلهٔ راست رانی آزمودنیها از ۲۸۸ میکروولت در مرحلهٔ پیش آزمون، به ۳۱۱ میکروولت در مرحلهٔ میان آزمون رسید یعنی، این تغییرات مشاهده شده: با افزایشی معادل ۲۳ میکروولت همراه بوده در مرحلهٔ پس آزمون به ۲۲۴ میکروولت رسیده است یعنی کاهشی به میزان ۸۷ میکروولت نسبت به میان آزمون و ۶۴ میکروولت نسبت به پیش آزمون داشته است. همان گونه که اشاره شد، این تغییرات از نظر آماری معنادار نبود و همین وضعیت را، نیز این گروه از آزمودنیها در رابطه با آمپلی تود عضلهٔ پهن داخلی داشتند.

در گروه B وضعیت بدین ترتیب بود : میانگین آمپلی تود عضلهٔ مورد مطالعهٔ آزمودنیهای این گروه در مرحلهٔ پیش آزمون، برابر با ۲۶۱ میکروولت و در مرحلهٔ میان آزمون برابر با ۳۰۷، یعنی با افزایش معادل ۴۶ میکروولت همراه بود. اما در مرحلهٔ پس آزمون، میانگین آمپلی تود این عضله به ۱۷۸ میکروولت کاهش یافت و کاهش معنادار آماری، معادل ۱۲۹ میکروولت بود. نتایج آزمون تحلیل واریانس و استفاده از روش LSD، فقط تغییرات این مرحله یعنی از میان تا پس آزمون را از آماری معنا دار نشان داد. در سایر مرحله‌ها، تغییرات ایجاد شده چه در افزایش چه در کاهش، از نظر آماری معنادار نبود.

نگاهی به وضعیت گروه C، امکان مقایسهٔ سه گروه را بهتر میسر می‌سازد. در گروه C هم، مانند دو گروه دیگر، تغییرات ایجاد شده درآمپلی تود عضلهٔ مورد نظر، از مرحلهٔ پیش (۲۶۵ میکروولت) تا میان آزمون (۲۹۰ میکروولت) با افزایش ۲۵ میکروولت همراه بود که از نظر آماری معنا دار نبود. اما تغییرات ایجاد شده از مرحلهٔ میان تا پس آزمون که با کاهشی به میزان ۱۴۲ میکروولت همراه بود و همچنین از مرحلهٔ پیش تا مرحلهٔ پس آزمون که کاهشی به میزان ۱۱۷ میکروولت داشت، از نظرآماری معنا دار بود . استنارد[1] (۱۹۹۷)، در سطح فعالیت واحدهای حرکتی مربوط به عضلهٔ پهن داخلی بر اثر تمرینهای پلایومتریک، تفاوت معناداری آماری را مشاهده نکرد .لازم به ذکر است، تمرینهایی که استنارد برای آزمودنیهای خود انتخاب کرده بود، از نوع پرشهای عمقی نبود و از این نظر با پژوهش حاضر متفاوت بود (۲۸).

سانتوز[2] و همکارانش (۱۹۹۶)، سازگاریهای کیفی متفاوتی را در عضلات بازکنندهٔ ساق پا (مفصل زانو) از طریق ثبت تغییرات روی دستگاه EMG در زمان آزمایش برونگرا، به میزان هفت برابر بیشتر از افزایش فعالیت EMG بر اثر تمرینهای پلایومتریک نشان دادند(۲۷).

هورتاباگی و هیل[3] (۱۹۹۶) دریافتند، تمرینهای ورزشی با حداکثر فعالیت عضلانی برونگرا، باعث کسب قدرت و قطور شدن تارهای عضلانی بیشتری، نسبت به تمرین با فعالیت عضلانی درونگرا می شود. نتایج بررسی آنها نشان دادند که باعث تمرین برونگرا افزایش فعالیت EMG در زمان آزمایش برونگرا ، به میزان هفت برابر بیشتر از افزایش فعالیت EMG ناشی از تمرین درونگرا هنگام آزمایش درونگرا شد (۲۲).

نتایج پژوهش احمدی زاد (۱۳۷۶) نشان دادند، انتگرال فعالیت EMG ورزشکاران، در حد معناداری بیشتر از غیر ورزشکاران است (۱). نتایج پژوهشهای متعددی، بیانگر این موضوع هستند که فعالیتهای ورزشی، از جمله پلایومتریک، باعث سازگاریهای عصبی - عضلانی می شوند. این سازگاریها، بیشتر درزمینهٔ به کارگیری همزمان واحدهای حرکتی و شلیک موتونرونهاست که در ورزشکاران، تا حد بالایی بر اثر پرداختن به فعالیتهای ورزشی افزایش یافته‌اند.

شاکری (۱۳۷۳) نیز، حداکثر فعالیت الکتریکی عضلهٔ پهن داخلی را پس از یک دوره تمرین ارزیابی کرد. وی دریافت، تمرینها، اثر افزاینده‌ای بر فعالیت الکتریکی عضلهٔ پهن داخلی دارند و این تغییرات نیز، از طریق EMG ثبت شد(۳).

از طرف دیگر، حسینی (۱۳۸۱) اثر تمرینهای پلایومتریک، از جمله پرشهای عمقی را بر پارامترهای الکترومایوگرافی و الکترونوروگرافی در ورزشکاران ارزیابی کرد. نتایج بررسیهای نشان دادند، تمرینهای

1. Stannard
2. Santos
3. Hortobagi&Hil

پلایومتریک تأثیر مثبتی بردامنهٔ موج M و انتگرال EMG ندارد(۲). تفاوت در روشهای تمرینی، همچنین نحوهٔ اندازه‌گیری بزرگی امواج عضلهٔ پهن داخلی، در حالات و حرکات متفاوت از یکدیگر در پژوهشهای متعدد، امکان مقایسهٔ دقیق نتایج حاصله را مشکل کرده است. به طور کلی، آنچه نتیجهٔ این پژوهش نشان می‌دهد، کاهش معنادار آماری در مرحلهٔ پس آزمون نسبت به پیش آزمون، به ویژه در گروههای B و C دیده شده است و همان گونه که اشاره شد، به نظر می‌رسد حجم تمرینات پرش عمقی، باعث فشار و خستگی در آزمودنیها شده است.

همچنین به نظر می‌رسد، افزایش آمپلی تود امواج الکتریکی عضلات مورد مطالعه در هر سه گروه، به دلیل نوعی سازگاری اولیه است و در همهٔ آزمودنیها به طور نسبی در مدت کوتاهی پس از شروع تمرینها ایجاد شده است. با توجه به متون پژوهشی، سهم سازگاریهای عصبی در این زمینه بیشتر است. زیرا بارها به اثبات رسیده است، در بین افرادی که تمرینهای جدیدی را شروع کرده‌اند یا این نوع تمرینها را برای اولین بار تجربه می‌کنند، ابتدا نرونهای حرکتی بیشترین تأثیر را می‌پذیرند و افراد در این زمینه، به یک نوع سازگاری زودرس دست می‌یابند، ازدیاد اولیهٔ قدرت در یک برنامهٔ تمرینی به سرعت اتفاق می‌افتد و بعید است بتوان این افزایش سریع را براساس سازش عضلانی تبیین و توجیه کرد.

اینوکا (۱۹۹۸) اشاره می‌کند، برای توجیه این امر باید رویکردی به سازشهای فرا عضلانی یا به عبارتی سازشهای عصبی داشت (۱۸). به منظور تأیید این نکته که قدرت تنها یک ویژگی عضلانی نیست، بلکه یک سازگاری عصبی - عضلانی است و سازش عصبی بر سازش عضلانی ارجحیت دارد، **اوزمان**[1] و **مایکسکی**[2] (۱۹۹۴)، تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی بر قدرت عضلانی و کمیت الکترمایوگرافی (IEMG) عضلات فلکسور آرنج را بررسی کردند. نتایج نشان دادند، قدرت ایزومتریک و ایزوکینتیک فلکسورهای آرنج در گروه تمرینی، به ترتیب ۲۲/۶ و ۲۷/۸ درصد افزایش داشته است، همچنین IEMG عضلات تمرینی به میزان ۱۶/۸ درصد بهبود یافته است. در حالی که تفاوت معناداری در اندازهٔ محیط بازو و چربی زیر پوستی، بین دو گروه تمرینی و کنترل مشاهده نشد(۲۵).

همان گونه که از نتایج انواع آزمونهای این پژوهش مشهود است، در گروههای B و C بلندی آمپلی تود امواج الکتریکی کاهش یافته است و این کاهش در گروه C بارزتر است. از آنجایی که میزان آمپلی تود با خستگی عضلانی رابطهٔ معکوس داشته است، به نظر می‌رسد که کاهش تمرینها از فشارلازم برای ایجاد خستگی در عضلات درگیر برخوردار نبوده است. همان گونه که در مورد عضلهٔ پهن داخلی اشاره شد و با توجه به اینکهٔ نتایج مربوط به آمپلی تود امواج الکتریکی عضلهٔ راست رانی در مورد سه گروه مشابه گزارش شدند، آزمودنیها نتوانستند واحدهای حرکتی بیشتری را به کار گیرند و حتی با کاهش درمورد گروه B و C همراه بوده است. به نظر می‌رسد، هر سه گروه از فرایند مشابهی برخوردار بودند، اما با توجه به معنا دار نبودن تغییرات گروه A درهر سه مرحله معنا دار بودن دو مرحله در گروه C و یک مرحله در گروه B که همراه با کاهش آمپلی تود امواج الکتریکی عضلات مورد مطالعه است، تمرینهای گروه A در هر سه مرحله و معنا دار بودن دو مرحله در گروه C و یک مرحله در گروه B که همراه با کاهش آمپلی تود امواج الکتریکی عضلات مورد مطالعه است، تمرینهای گروه A تأثیر بهتری را

1. Ozmun
2. Mikesky

داشته اند. این تفسیر یعنی بهتر بودن تمرین نوع (DJ-H/T) و با توجه به نتایج مربوط به فرکانس امواج الکتریکی عضلات مورد مطالعه ، قوت بیشتری می یابد.

۳. مقایسهٔ اثر سه روش تمرینی پرش عمقی بر میانگین فرکانس امواج عضلات پهن داخلی و راست رانی آزمودنیها

تواتر یا فرکانس امواج عضله ، یکی از مهم ترین شاخص های الکترومایوگرافی است که پژوهشگر به آن توجه داشته است. همان گونه که قبلاً اشاره شد ، منظور از فرکانس عضله ، تعداد پتانسیلهای ایجاد شده در عضله است و هر چه فرکانس بیشتر باشد ، انقباض با شدت بیشتری انجام می شود. نتایج آزمون تحلیل واریانس ، میانگین فرکانس عضلهٔ پهن داخلی در سه گروه تجربی A و B و C را در سه مرحلهٔ پیش ، میان و پس آزمون به طور جداگانه نشان داد و فقط در گروه A تغییرات از نظر آماری معنا دار بوده. با استفاده از روش آماری LSD مشخص شد که این تفاوت معنا دار بین مرحله های پیش و پس آزمون و بین مرحله های میان و پس آزمون است که آنها ، میانگین فرکانس عضلهٔ پهن داخلی آزمودنیهای گروه A ، به ترتیب در مرحلهٔ پیش آزمون از ۳۴/۶ به ۳۸/۱ در پس آزمون و از ۳۳/۱ در مرحلهٔ میان آزمون به ۳۸/۱ هرتز در پس آزمون افزایش یافت.

در مورد عضلهٔ راست رانی نیز نتایج آزمون نشان دادند ، فقط دربارهٔ گروه A تغییرات از نظر آماری معنادار است که آن هم مربوط به مرحلهٔ پیش تا پس آزمون و میان تا پس آزمون است. مقادیر کمی ، در مورد میانگین فرکانس امواج عضلهٔ راست رانی آزمودنیهای این گروه در مرحله های پیش ، میان و پس آزمون به ترتیب ، برابر ۳۱/۵ ، ۳۲/۷ و ۴۰ هرتز است. این تفاوت معنا دار آماری که همراه با افزایش تعداد پتانسیل ایجاد شده در عضلات پهن داخلی و راست رانی است ، بیانگر مؤثر بودن تمرینها از نوع (DJ-H/T) است. با توجه به نبودن تفاوت معنا دار آماری در مورد آمپلی تود این عضلات در گروه A و در مقایسه با کاهش معنا دار آماری آمپلی تود عضلات در دو گروه B و C ، به نظر می رسد ، از نظر تأثیر پذیری شاخصهای الکترومایوگرافی یعنی آمپلی تود (بزرگی امواج) و فرکانس امواج (تعداد پتانسیلهای عمل ایجاد شده) ، بیشترین تأثیرپذیری در مقایسه با سه روش اعمال شده به گروه A اختصاص دارد.

مقادیر کمی فرکانس امواج عضلات پهن داخلی و راست رانی در دو گروه B و C ، می تواند به ما تا حدودی در معرفی بهترین روش تمرینی کمک کند. فرکانس امواج عضلات مورد مطالعه در آزمودنیهای گروه B به ترتیب در عضلهٔ پهن داخلی و راست رانی در مرحلهٔ پیش آزمون از ۲۷/۳ هرتز به ۳۱/۵ هرتز در میان آزمون و به ۳۲/۳ هرتز در پس آزمون و از ۳۲/۸ هرتز در پیش آزمون به ۳۰ هرتز در میان آزمون و به ۳۲/۷ هرتز در پس آزمون افزایش یافت که حاکی از فرایند صعودی است. اما همان گونه که اشاره شد ، این تغییرات بسیار جزیی اند و از نظرآماری معنا دار نیستند. تغییرات ایجاد شده در گروه C نیز همانند گروه B فرایند صعودی دارد. تغییرات در عضلهٔ پهن داخلی در مرحله های پیش ، میان و پس آزمون به ترتیب به میزان ۲۸/۸ ، ۲۹/۸ و ۳۵ هرتز و در مورد عضلهٔ راست رانی ۲۶ ، ۲۹/۶ و ۳۲/۷ هرتز افزایش یافت و از نظر آماری تغییرات ایجاد شده معنادار نبودند.

هاکی نن. ک و هاکی نن. آ[1] (۱۹۹۵) ، سطح مقطع عضلهٔ چهار سران و حداکثر نیروی ایزومتریک عضلات باز کنندهٔ زانو را از طریق ثبت فعالیت ایمن

1. Hakkinen K&K

عضله، به روش الکترومایوگرافی سطحی مورد مطالعه و ارزیابی قرار دارند. آزمودنیهای مرد و زن در این پژوهش، تمرینهای خود را به مدت ۱۲ هفته اجرا کردند. نتایج نشان دادند افزایش معنا داری در تعداد پتانسیلهای عمل واحدهای حرکتی عضلات تمرین کرده، در همهٔ گروهها از هشت هفتهٔ اول تمرین رخ داد(۲۰). عمده پژوهشهای انجام شده، نشان از تأثیر پذیری فرکانس امواج عضلات درگیر در فعالیتهای ورزشی، ازجمله تمرینهای پلایومتریک دارند. اما در تعداد معدودی از پژوهشها نیز، گزارشی مبنی بر نبود تأثیر معنا دار آماری تمرینها بر فرکانس امواج عضلات مشاهده شده است. به هر حال، نتایج این پژوهش دربارهٔ آزمودنیهای گروه A، با نتایج پژوهشهایی که تأثیر تمرینها را بر افزایش تعداد پتانسیلهای عمل ایجاد شده در عضلات دیگر نشان داده‌اند، همخوانی دارد. اما نتایج حاصله از گروههای CوB که به نبود تفاوت معنادار آماری در مرحله‌های گوناگون تاکید داشت، با نتایج حاصل از این نوع پژوهشها مغایر است. به طور کلی می‌توان اظهار داشت، نتایج مربوط به آزمون تحلیل واریانس میانگین آمپلی تود عضلهٔ پهن داخلی در بین مرحله‌های گوناگون هر یک از گروهها، با نتایج مربوط به آمپلی تود عضلهٔ راست رانی آنها کاملاً همخوانی دارد. از طرفی دیگر، نتایج مربوط به فرکانس امواج عضلات پهن داخلی و راست رانی نیز مشابه هستند. به نظر می‌رسد، در بین سه روش تمرین اعمال شده، بیشترین تأثیرگذاری مربوط به تمرینهای نوع (DJ-H/T)، یعنی آزمودنیهای گروه Aباشد. ناگفته نماند، افزایش فرکانس یا تعداد پتانسیل عمل ایجادشده در هر دو عضلهٔ پهن داخلی و راست رانی در دو گروه CوB صورت گرفته است که بیانگر تقویت عضلات مذکور هستند. اما این تغییرات در این دو گروه از نظرآماری معنا دار گزارش نشد و در این باره، در گروه C کمترین افزایش مشاهده شد.

باتوجه به اینکه افزایش فرکانس امواج الکتریکی عضلات، متأثر ازآتشبار بیشتر واحدهای حرکتی است، به نظر می‌رسد در آزمودنیهای گروه A که افزایش معنادار فرکانس عضلات مشاهده شده، توانسته‌اند نیروی انقباض بیشتری را تولید کنند.

هوریتا[1] و همکارانش در سال ۱۹۹۶ دریافتند که فعالیتهای زیاد پلایومتریک، باعث اختلال موضعی عضله و تعدیل عمل متقابل بازتاب کششی و سفتی می‌شود(۲۳). فرکانس عضله یک پیامد عصبی- عضلانی است و بی تردید هر کدام از عاملهای مربوط به این پیامدها، می‌تواند متأثر از تمرینها به ویژه تمرینهای توانی باشند. توجه به رابطهٔ حالت تحریکی نرون با فرکانس صدور پتانسیل عمل، می‌تواند توجیه کنندهٔ این مطلب باشد که فرکانس عضله، بیشتر یک پیامد عصبی است (۴). هنگامی که حالت تحریکی یک نرون برای تحریک از میزان آستانه بالاتر می‌رود و تا زمانی که در این سطح باقی بماند، نرون به طور مکرر پتانسیل عمل ارسال خواهد کرد، ضمن اینکه بعضی از نرونها در تولید پتانسیل عمل به آهستگی و بعضی دیگر به طور انفجاری عمل می‌کنند. همان گونه که قبلاً اشاره شد، سازگاریهای عصبی زودتر از سازگاریهای عضلانی رخ می‌دهند. به نظر می‌رسد، در مورد آزمودنیهای گروه A، این سازگاری به شکل بهتری صورت گرفته است. برای دستیابی به بهترین روشهای تمرینی که ضمن مؤثر بودن بر عاملهای متفاوت فیزیولوژیکی، شاخصهای عصبی- عضلانی و عملکردی ورزشکاران، نشاط و سلامت آنان را نیز به همراه داشته باشد، همچنان، جامعهٔ علمی ورزش نیازمند انجام پژوهشهای کاربردی پیوسته است.

1. Horita

منابع و مآخذ

۱. احمدی زاد، سجاد. (۱۳۷۶)، بررسی و مقایسهٔ پارامترهای الکترونوروگرافی و الکترومایوگرافی بین دو گروه ورزشکار و غیر ورزشکار ، دانشگاه تهران .

۲. حسینی، سیددارا. (۱۳۸۱)، بررسی اثر تمرینات پلایومتریک بر پارامترهای الکترونوروگرافی و الکترومایوگرافی ورزشکاران ، دانشکدهٔ علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس .

۳. شاکری، حسن. (۱۳۷۳) ، بررسی اثر تقویت عضلهٔ چهار سر یک طرف با تمرینات ویژهٔ روی عضلات چهار سر هر دو اندام از دیدگاه، EMG، دانشکدهٔ توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی ایران.

۴. گایتون، آرتور و هال، جان ، ترجمه شادان، فرخ. (۱۳۷۵) ، فیزیولوژی پزشکی ، جلد دوم، انتشارات چهر .

5. Baca, A. (1999), A camparison of methods for analysing drop Jump performance, Medicine & Science in Sports & Exercise (Baltimore, Md) , 31(3): 437-442

6. Behm, D. G. (1992), Plyometric training for squash, National Strength and , Conditioning Association Journal (Linclon, neb),14(6): 26-26 Refs: 3

7. Berg, Wiliam. (1991), A review of plyometric training, National Strength Conditioning Association Journal (Lincoln, Neb), 6-22-30. 13

8. Bielik, E. , Chu. D. Costello, F. et al. round table, (1981), Practice Consideration for utilizing Plyometric, part 1, 2, National Strength Coaches , Association Journal ,8(3), 8(4): 14-24

9. Bompa, Tudor O. (193), Power training for sport, plyometrics for maximum , power development,pp: 124-128

10. Brzcki, Matt. (2002), Plyometric, http: www. cyberpump. com

11. Chu, D. (1996), Explosive Power & Strength Complex training for maximum , results, Champaign, IL: Human Kinetics publishers, Inc .

12. Chu, D. (1998), Jumping into Plyometric, Casto Valley: Human Kinetics .

13. Chu, D(1992), Jumping in to plyometrics, Champaign III, Leisur Press

14. Chu, D. Kragel, L (1994), Super Speed: drills & skills to get faste championship books and video productions, Ames, lowa, Record 229 of . 646-sport. Discuss 1975-2000. 09

15. chy, D. (1993), Plyometics: The link between strength & speed,National stength coaches association journal, 5(2): 20-2

16. chu, D. (1194), The complete guide to plyometric, Championship books and video production, Ames, lowa, Record 231 of 646-sport Discuss , 1975-2000/09 .

17. Chu, D. (2002), The plyometric training for basketbal , http: //www. donchu, com/articles / plyo - train - basket - html

18. Enoka, R. M. (1988), Neuromechanical bassis of kinsiology, Champing , Press: 123-145

19. Foreman. K. (1975-2000/09), Women's track and field: The long and , high jump record 227 of 649-Sport Dicuss

20. Hakkinen. K. and Hakkinen. A. (1995), Neuromuscular adaptation during , intensive strength training in middle - aged and elderly males and females electromyogr. Clin. Neuroph: 7.

35(3): 137-47 .

21. Horigan, J. & Shaw, D. (1989), Plyometrics: Think before you leap , Track and field Quarterly Review. 89(4): 41-43 122. Hortabagi, T. et. al (1997) , Deacreased Neuromuscular Efficiency During . fatigue following lower limb Immobilization , American society of biomechanics

23. Horita T. Komi, P. V. Nicol, C& Kyrolainen, H. (1996) , Stretch - shorten cycle fatigue: Interactions among joint stiffess, reflex and muscle mechanical , performance in the drop jump. Eur. J. App physiol. 73: 393-403

24. Lathrop, Mark C. (2001), Biomechanical and physiological effects of plyometric training on high - school cross - country runners , UMI proquest Digital Dissertation 24 page preview, Michingan State University

25. Ozmum. J. C, Mikesky. AB. (194), Neuromuscular adaptation following prepubescent strength training, Med - sci - sport - Exerc. 26(4) 510-4 surburg . PR.

26. Pezzullo, D, J, Karas, s ; Irrgand, J. J. (1995),Functional plyometrice exrcises for the throwing athlete, journal of athletric training -(Dallas, tex) 30 . 1), 22-26 Refs mar.

27. Potteiger, J. A. Lockwood, R. H. (1999), Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometric, Journal of Strength and conditioning research (Lawrence, kan), 13(3): 275-279 Refs: 24

28. Santos, P. M. pezarat - correia, P. veloso, A. Record 145 of 646 sport discus. (1975-2000/ 09), Drop Jump training stimulus induces different qualitative adaptations on the electromyographic (EMG) pattern of , Biomchanics in sports .

29. Scoles, G (1978), Depth jumping ! Does it really work ? Athletic journal , 58-: 48-75

30. Stannard, G. M. (1997). The effect of single - leg versus double - leg take - off plyometric training on unilateral and bilateral Jump performance publication Int'l Inst of & Human performance, University of Oregon, Eugen, . ore

31. Wagner. D. R. Kocak, M. S. (1997), A multivariate approach to assessing anaerobic power following a plyometric training program, Journal of sterngth and conditioning research (champaign, III),11(4): 251-255

32. Wikgren, S. (1988), The plyometrics debate safe and beneficial dangerous and unproven ? Coaching vollyball. 1 (5): 12

33. Wilson, G. J; Murphy, A. & Giorgi, A. (1996), weight and plyometric training: effects on eccentric and concentric force production, Candian journal of applied pysiology (champign. I11). 21(4), Aug. 301-315 refs: 25

34. Young, W. B; Pryor, J. F. G. Wilson, G, J. (195), Effect of instrucation on characteristics of countermovement and drop performance, Journal of strength and counditioning research (champaign, I 11.). 9(4): 232-236 . Repe: 22. Nov

35. Zakkas, L. Developing explosive ; icks. (195), Australasia blits (Melbourne . Aust). 9(5): 29-32. Record 208 of 646. Sport discus 1975-2000/09.