

تأثیر تمرینات قدرتی - استقامتی فزاینده و تحریک الکتریکی بر قدرت عضلانی و پارامترهای الکترومیوگرافی سطحی در بازیکنان والیبال مبتلا به سندرم عضله تحت خاری

نادر شوندی*، حیدر صادقی**، حجت الله نیک بخت***، رحمان شیخ حسینی****

*استادیار دانشگاه اراک، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

**استاد دانشگاه خوارزمی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

***دانشیار دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

****کارشناسی ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اراک

۸۹/۰۸

تاریخ پذیرش مقاله:

۸۸/۰۹

تاریخ دریافت مقاله:

چکیده

در ورزش‌هایی مانند هندبال، تنیس و والیبال فرد نیاز دارد نیروی زیادی را در بالای شانه اعمال کند. در چنین ورزش‌هایی ورزشکاران در معرض ضایعات استفاده بیش از حد قرار دارند. سندرم عضله تحت خاری به مفهوم ضعف و آتروفی بدون درد این عضله است که به دنبال نوروپاتی عصب فوق کتفی به وجود می‌آید. هدف این تحقیق بررسی اثر شیوه تمرینی کوتاه مدت قدرتی - استقامتی فزاینده و تحریک الکتریکی بر قدرت و پارامترهای الکترومیوگرافی عضله تحت خاری است.

۱۲ بازیکن والیبال مبتلا به سندرم عضله تحت خاری به طور تصادفی به دو گروه تمرینات قدرتی - استقامتی فزاینده (۶ نفر، میانگین سنی $24/8 \pm 3/8$ سال، قد $189/3 \pm 2/6$ سانتی‌متر، وزن $83/8 \pm 7/9$ کیلوگرم، سابقه ورزش والیبال $9/4 \pm 2/5$ و سابقه عضویت در تیم ملی $3/24 \pm 1/7$ سال) و تحریک الکتریکی (۶ نفر، میانگین سنی $24/2 \pm 4/5$ سال، قد $192/5 \pm 1/5$ سانتی‌متر، وزن $86/2 \pm 6/4$ کیلوگرم، سابقه ورزش والیبال $8/5 \pm 4$ و سابقه عضویت در تیم ملی $4/3 \pm 2/8$ سال) تقسیم شدند. ۲۰ نفر از بازیکنان سالم نیز به عنوان گروه کنترل (میانگین سنی $25/1 \pm 4/2$ سال، قد $185/6 \pm 3/9$ سانتی‌متر، وزن $85/6 \pm 7/1$ کیلوگرم، سابقه ورزش والیبال $9 \pm 3/8$ سال و سابقه عضویت در تیم ملی $3/9 \pm 2/3$ سال) در نظر گرفته شدند. مداخلات درمانی به مدت ۸ هفته انجام شد. الکترومیوگرافی سطحی عضلات تحت خاری و گرد کوچک و حداکثر قدرت ایزومتریک عضلات چرخ دهنده خارجی قبل و بعد از مداخلات اندازه‌گیری شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون t همبسته و تحلیل واریانس یک‌طرفه در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P < 0,05$) انجام شد.

پس از هشت هفته، حداکثر قدرت ایزومتریک عضلات چرخ‌دهنده خارجی در هر دو گروه تجربی افزایش معنی‌داری نشان داد، ولی در فاکتورهای IEMG و RMSEMG تغییر معنی‌داری مشاهده نشد.

طبق یافته‌های این تحقیق، تمرینات قدرتی - استقامتی فزاینده و تحریک الکتریکی باعث افزایش حداکثر قدرت ایزومتریک عضلات چرخ‌دهنده خارجی بازو می‌شوند. ولی هر دو روش درمانی تأثیری بر پارامترهای الکترومیوگرافی عضلات تحت کتفی و گرد کوچک ندارند. به نظر می‌رسد نمی‌توان از الکترومیوگرافی سطحی برای تعیین اثر این پروتکل‌ها بر عضلات فوق استفاده کرد. واژگان کلیدی: ورزشکاران، تمرین درمانی، تحریک الکتریکی، سندرم عضله تحت خاری، حداکثر قدرت ایزومتریک، الکترومیوگرافی سطحی.

مقدمه

درد شانه یکی از شایع‌ترین شکایات والیبالیست‌ها است. در این ورزش هنگامی که بازوی ورزشکار در بالای سر وی و در موقعیت دور شده قرار دارد، نیروی قابل توجهی به شانه وارد می‌شود. یکی از علل شانه‌درد در این ورزشکاران که غالباً از نظر دور می‌ماند، سندرم عضله تحت خاری است (۱). این سندرم شامل آتروفی بدون درد عضله تحت خاری است که به علت آسیب عصب فوق کتفی (۲) و گیرافتادگی این عصب در شیار فوق کتفی یا شیار خاری - دوری رخ می‌دهد و با آتروفی عضله تحت خاری و یا فوق خاری همراه است (۳و۴). شیوع این سندرم در بیش از ۳۲ درصد از بازیکنان سطح بالای جهان (۵) و نیز بین ۱۳-۴۵ درصد والیبالیست‌های آمریکایی گزارش شده است (۱).

در مراحل اولیه به دلیل فقدان علائم و نبود درد، این سندرم ناشناخته باقی می‌ماند و فقط زمانی خود را نشان می‌دهد که آتروفی عضله بسیار شدید شود. قدرت بازو در حرکت چرخش خارجی کاهش می‌یابد و تعادل عملکردی بین عضلات چرخ‌دهنده داخلی و خارجی بازو به هم می‌خورد. این امر باعث افتادگی شانه به همراه چرخش داخلی بازو می‌شود (۲). با گذشت زمان آتروفی شدید عضله تحت خاری، تاندونیت عضلات چرخ‌دهنده بازو، افتادگی شانه و آرتروز باعث کناره‌گیری ورزشکار از فعالیت‌های ورزشی می‌شود (۵ و ۶).

با توجه به این‌که از سندرم عضله تحت خاری به‌عنوان یکی از عوامل محدودکننده حضور بلند مدت ورزشکاران قهرمان یاد می‌شود (۲)، درمان این عارضه موضوع مورد علاقه پژوهشگران، مربیان و ورزشکاران است. روش‌های درمانی پیشنهاد شده برای این عارضه شامل عمل جراحی، فیزیوتراپی، درمان‌های دارویی و تمرین درمانی است (۱). اگرچه درمان اولیه در این عارضه غیرجراحی است (۷) و برخی از پژوهشگران می‌گویند معمولاً بعد از تشخیص گیرافتادگی عصب، حدود ۶ تا ۱۲ ماه درمان غیرجراحی لازم است و در صورت عدم موفقیت می‌توان از عمل جراحی استفاده کرد (۸)، بیشتر گزارش‌های ارائه شده در مورد درمان‌های جراحی بوده است (۱۰-۸). در پژوهشی ۲۸ بیمار مبتلا به این سندرم برای برداشتن فشار از روی عصب فوق کتفی تحت عمل جراحی قرار گرفتند و نتایج نشان داد که پس از ۲۰ ماه، عملکرد حرکتی ورزشکاران در حرکت چرخش به خارج بازو در عضله فوق خاری ۸۶/۶ درصد و در عضله تحت خاری ۷۰/۸ درصد بهبود یافت. آتروفی عضله فوق خاری در ۸۰/۷ درصد و آتروفی عضله تحت خاری در ۵۰ درصد از نمونه‌ها برطرف شد (۱۱). تمرین درمانی یا به عبارتی حرکت درمانی روش شناخته شده‌ای است که

از دیرباز مورد استفاده متخصصان تربیت بدنی و فیزیوتراپ‌ها قرار گرفته و در مورد کارایی آن اتفاق نظر وجود دارد. تحریک الکتریکی هم روش درمانی دیگری است که با هدف تقویت عضلانی از آن استفاده می‌شود. گرچه این روش از قدمت تمرین درمانی برخوردار نیست و با وجود تحقیقات انجام شده و نتایج مثبت گزارش شده، هنوز به اندازه تمرین درمانی مقبولیت نیافته است، لیکن امروزه در مجامع علمی و در نظر برخی از محققان به‌عنوان جایگزین یا حداقل مکملی مؤثر برای تمرین درمانی مطرح است (۱۲). در یک دوره ده‌ساله، سی‌وپنج بازیکن والیبال از سی‌وهشت بازیکنی که به سندرم عضله تحت خاری مبتلا بودند شناسایی شدند و با تمرینات تقویتی عضلات چرخاننده خارجی بازو در فاصله زمانی بین ۶ تا ۷۰ ماه درمان شدند. سه بازیکن باقی‌مانده به علت درد شدید تحت عمل جراحی قرار گرفتند و پس از دو سال قادر بودند در همان سطح قبلی ورزش کنند (۶).

بین نتایج پژوهش‌های مختلف در مورد مقایسه اثر تحریکات الکتریکی با تمرینات فعال اختلاف وجود دارد. اولین بار در سال ۱۹۶۵ میلادی نشان داده شد که تحریک الکتریکی می‌تواند از آتروفی عضلانی پیش‌گیری کند (۱۲). تحقیقات دیگر نشان داد که ۱۲ جلسه تحریکات الکتریکی بیش از تمرینات ایزومتریک می‌تواند حداکثر گشتاور عضله چهارسرانی را افزایش دهد (۱۳). تمرینات ایزومتریک به‌علاوه تحریک الکتریکی بیش از تمرینات ایزومتریک تنها می‌تواند عملکرد عضله چهارسرانی را بهبود دهد (۱۴ و ۱۵) و همچنین در مطالعه کریر و همکاران بین افزایش قدرت عضله چهارسرانی در گروه تمرینات ایزومتریک و گروه تمرینات ایزومتریک به‌علاوه تحریکات الکتریکی تفاوتی مشاهده نشد (۱۶). در پژوهش شوندی و همکاران نیز نشان داده شد که در والیبالیست‌های مبتلا به سندرم عضله تحت خاری، تحریکات الکتریکی و تمرینات قدرتی در یک دوره ۸ هفته‌ای باعث افزایش قدرت این عضله می‌شوند، ولی سرعت هدایت عصبی فقط در گروه تحریکات الکتریکی افزایش یافت (۱۷). غیر از پژوهش شوندی و همکاران (۱۷) هیچ پژوهش دیگری یافت نمی‌شود که به بررسی اثر تحریکات الکتریکی در درمان سندرم عضله تحت خاری پرداخته باشد و نتایج آن را با تمرین درمانی مقایسه کرده باشد.

با توجه به اختلاف نظرهای مشاهده شده در تحقیقات مختلف و نیاز به تعیین راهکارهای مناسب برای درمان این عارضه و همچنین کم‌بودن مطالعات انجام شده در زمینه بررسی تأثیر تمرین درمانی و تحریکات الکتریکی در درمان این عارضه، هدف این تحقیق بررسی اثر یک شیوه تمرینی کوتاه مدت قدرتی - استقامتی فزاینده و تحریک الکتریکی بر قدرت و پارامترهای الکترومیوگرافی عضله تحت خاری بوده است.

روش تحقیق

در این پژوهش نیمه تجربی پس از معاینات تشخیصی که شامل الکترومیوگرافی، الکترونوروگرافی، اندازه گیری قدرت چرخش خارجی بازو، مشاهده نمای خلفی کتف (وجود آتروفی ظاهری) و معاینه فیزیکی شانه بازیکنان بود، ۱۲ نفر از بازیکنانی که به سندرم عضله تحت خاری مبتلا بودند به روش نمونه گیری هدفمند انتخاب و به طور تصادفی در ۲ گروه ۶ نفری تقسیم شدند:

گروه تحریک الکتریکی (۶ نفر، میانگین سنی $24/2 \pm 4/5$ سال، قد $192/5 \pm 1/5$ سانتی متر، وزن $86/2 \pm 6/4$ کیلوگرم، سابقه ورزش والیبال $8/5 \pm 4$ و سابقه عضویت در تیم ملی $4/3 \pm 2/8$ سال) و گروه تمرینات قدرتی - استقامتی فزاینده (۶ نفر، میانگین سنی $24/8 \pm 3/8$ سال، قد $189/3 \pm 2/6$ سانتی متر، وزن $83/8 \pm 7/9$ کیلوگرم، سابقه ورزش والیبال $9/4 \pm 2/5$ و سابقه عضویت در تیم ملی $3/24 \pm 1/7$ سال). ۲۰ نفر از بازیکنانی که به این سندرم مبتلا نبودند نیز به عنوان گروه کنترل (میانگین سنی $25/1 \pm 4/2$ سال، قد $85/6 \pm 3/9$ سانتی متر، وزن $85/6 \pm 7/1$ کیلوگرم، سابقه ورزش والیبال $9 \pm 3/8$ سال و سابقه عضویت در تیم ملی $3/9 \pm 2/3$ سال) در نظر گرفته شدند. طی جلسه ای بازیکنان به طور شفاه با اهداف پژوهش و روش اجرای آن آشنا شدند و داوطلبانه پس از پرکردن رضایت نامه برای همکاری در طرح اعلام آمادگی کردند و پرسشنامه های مربوط به اطلاعات فردی، سابقه ورزشی و سابقه بیماری و آسیب دیدگی را تکمیل نمودند. به آن ها اجازه داده شد تا هر وقت که حاضر به همکاری با طرح نبودند، بتوانند طرح را ترک کنند. افرادی که دارای سابقه ابتلا به دررفتگی شانه، کندگی لابروم مفصلی و پارگی های عضلانی عضلات چرخ دهنده سردستی بودند یا افرادی که به بورسیت و دیگر مشکلات حاد شانه ای مبتلا بودند از این طرح خارج شدند. آزمون های الکترومیوگرافی و قدرت عضلانی قبل از شروع پژوهش و بعد از هشت هفته اجرای پروتکل های پژوهشی انجام شد.

برای جمع آوری اطلاعات دستگاه تحریک الکتریکی عضلات^۱، دستگاه داینامومتر^۲ برای نشان دادن تغییرات نیرو و گشتاور به صورت دیجیتالی و ثبت در رایانه، دستگاه الکترومیوگرافی^۳، دمبل با وزنه های متفاوت، ژل، پنبه، چسب و الکتروود استفاده شد. برنامه تمرین قدرتی - استقامتی فزاینده با استفاده از روش تمرین اصلاح شده دلورم انجام شد. این تمرینات در طول هشت هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه شامل سه دوره با ۱۰ تکرار حرکت چرخش خارجی بازو به ترتیب با شدت ۵۰ درصد، ۶۵ درصد و ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه اجرا شد. مقدار یک تکرار بیشینه نیز به کمک فرمول برزیکی محاسبه شد (۱۸).

$$\text{وزنه جابجا شده (کیلوگرم)} = \frac{\text{یک تکرار بیشینه}}{\{0.278 \times \text{تعداد تکرار تا خستگی} - 1.0278\}}$$

۱. مدل Phyaaction 787 ساخت خدک Uniphy کشور هلند

۲. مدل MIE سیستم شدت کد Medical Research کشور انگلستان

۳. مدل Medelec Premierه چهل سلسله سیستم کشور انگلستان

برنامه تمرینی در دو وضعیت نشسته و خوابیده روی شکم انجام شد. در وضعیت نشسته بازیکن به طور کاملاً راحت روی صندلی یا نیمکت می‌نشست. سپس در وضعیت ۲۰-۱۵ درجه ابداکشن بازو، ۳۰ درجه فلکشن بازو و ۹۰ درجه فلکشن ساعد، آرنج خود را روی میز قرار می‌داد و حرکت چرخش خارجی بازو را انجام می‌داد. در وضعیت خوابیده نیز بیمار روی شکم دراز می‌کشید. بازو با ۹۰ درجه ابداکشن روی تخت و آرنج با ۹۰ درجه فلکشن به صورت آویزان قرار می‌گرفت و بالشی کوچک زیر بازوی بیمار قرار داده می‌شد تا حرکت چرخش خارجی بازو را اجرا کند.

برنامه تحریک الکتریکی عضله تحت خاری، سه جلسه در هفته و به مدت هشت هفته انجام شد. برنامه هر جلسه بدین شرح بود: پنج دقیقه اجرای برنامه MF Surge Current مخصوص عضلات تونیک و پنج دقیقه برنامه مخصوص عضلات فازی با یک دقیقه استراحت بین آن‌ها برای عضله تحت خاری (۱۹).

- برنامه مخصوص عضلات تونیک: فرکانس ۲۵ هرتز، مدت تحریک ۴۰ ثانیه، مدت استراحت ۴۰ ثانیه
 - برنامه مخصوص عضلات فازی: فرکانس ۱۵۰ هرتز، مدت تحریک ۱۰ ثانیه، مدت استراحت ۱۰ ثانیه
- برای ثبت حداکثر قدرت عملکردی عضلانی، ورزشکار روی شکم بر تخت خوابیده و بازو را در وضعیت ۹۰ درجه ابداکشن روی تخت و آرنج را با زاویه ۹۰ درجه فلکشن به صورت آویزان قرار داد. دستگاه داینامومتر به نحوی قرار گرفت که Strain Gauge دستگاه در میانه دو تسمه واقع می‌شد. یک سر تسمه به دیوار محکم شد و سر دیگر آن موازی با سطح زمین به یک سوم تحتانی ساعد ورزشکار متصل شد. از ورزشکار خواسته شد تا حداکثر تلاش خود را در جهت چرخش خارجی بازو اعمال کند و برای ۱۰ ثانیه نگه دارد. این عمل ۳ بار و با فاصله استراحت ۲ دقیقه‌ای بین هر تکرار انجام شد و تغییرات قدرت برحسب کیلوگرم ثبت شد. برای ثبت الکترومیوگرافی، ورزشکار به همان شیوه‌ای که در بالا توضیح داده شد روی تخت دراز کشید. در این پژوهش از الکترودهای سطحی (از جنس Ag/AgCl) استفاده شد. الکترودهای زمین روی ساعد همان سمت قرار گرفت. برای ثبت فعالیت الکتریکی عضله تحت خاری الکترودهای فعال ثبات روی عضله زیر لبه خارجی فیبرهای پایینی عضله ذوزنقه‌ای و بالاتر از عضله گرد کوچک در حد فاصل بین زاویه تحتانی کتف تا لبه خلفی آکرومیون و الکترودهای غیرفعال ۲ سانتی‌متر پایین‌تر و داخل‌تر و موازی با فیبرهای عضله قرار گرفت. برای ثبت فعالیت الکتریکی عضله گرد کوچک نیز الکترودهای فعال ثبات روی عضله در زیر لبه خارجی فیبرهای عضله تحت خاری در حدفاصل بین زاویه تحتانی کتف تا لبه فیبرهای عضله تحت خاری و الکترودهای غیرفعال دوسانتی‌متر پایین‌تر و داخل‌تر و موازی با فیبرهای عضله قرار گرفت (۲۰). از ورزشکار خواسته شد تا به کمک داینامومتر حرکت چرخش خارجی مقاومتی را با حداکثر نیرو برای ۱۰ ثانیه نگه دارد و در این حال فعالیت الکتریکی عضله به صورت ASCII ذخیره و جهت پردازش اطلاعات فراخوانی شد. این عمل نیز ۳ بار و با فاصله ۲ دقیقه استراحت بین هر تکرار اجرا شد. پارامترهای دستگاه الکترومیوگرافی بدین شرح تنظیم شد: حساسیت ۵۰۰-۱۰۰ mic/Div، سرعت ۱۰۰۰msec/Div، فیلترینگ

High pass 10 Hz و Low pass 500 Hz و فرکانس نمونه برداری 1 KHz. داده‌ها به کمک نرم افزار Matlab تحلیل شد و مقادیر IEMG و RMSEMG تعیین گردید. جهت نشان دادن شاخص‌های گرایش مرکزی و شاخص‌های پراکندگی از آمار توصیفی استفاده شد. از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف برای بررسی نوع پراکنش داده‌ها استفاده شد. برای تحلیل داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون‌های آماری t همبسته، تحلیل واریانس یک‌طرفه، آزمون تعقیبی شفه و اندازه اثر کوهن استفاده شد. کلیه آزمون‌های آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P < 0,05$) انجام شد.

نتایج

۳۲ نفر در سه گروه تمرینات قدرتی - استقامتی فزاینده (۶ نفر)، تحریکات الکتریکی (۶ نفر) و کنترل (۲۰ نفر) تا پایان هشت هفته در این تحقیق شرکت کردند و داده‌های به دست آمده از آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از بررسی نوع پراکنش داده‌ها به کمک آزمون کلموگروف - اسمیرنوف میانگین (جدول ۱)، داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون مربوط به پارامترهای قدرت عضلانی، IEMG و RMSEMG در سه گروه با کمک آزمون‌های آماری مناسب مقایسه شدند (جدول ۲). نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که بین میانگین داده‌های پیش‌آزمون و همچنین میانگین داده‌های پس‌آزمون سه گروه در پارامتر IEMG و RMSEMG در عضلات تحت خاری و گرد کوچک اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($P < 0,05$). اگرچه این آزمون نشان داد که بین میانگین داده‌های پیش‌آزمون حداکثر قدرت عضلانی در سه گروه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولی بین میانگین داده‌های پس‌آزمون این پارامتر بین سه گروه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P = 0,0001$). با استفاده از آزمون تعقیبی شفه مشخص شد که بین میانگین گروه تحریک الکتریکی با گروه تمرین درمانی و کنترل اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین با استفاده از اندازه اثر کوهن مشخص شد که روش تحریک الکتریکی با ۳۶ درصد افزایش قدرت نسبت به روش تمرین قدرتی - استقامتی فزاینده با ۲۹/۵ درصد افزایش قدرت اثر بیشتری داشته است.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد و نتایج آزمون تی همبسته برای مقایسه میانگین داده‌ها برای پارامترهای حداکثر قدرت عضلانی، IEMG و RMSEMG در سه گروه تحریکات الکتریکی (۶ نفر)، تمرینات قدرتی - استقامتی فزاینده (۶ نفر) و کنترل (۲۰ نفر). (داده‌ها به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد، * = وجود اختلاف معنی‌دار).

P-Value	اختلاف میانگین	پس آزمون	پیش آزمون	گروه	پارامترها
*.۰/۰۰۵	۴/۲۸ \pm ۲/۲۳	۱۶/۰۵ \pm ۸/۲	۱۱/۷۶ \pm ۶/۰۷	تحریکات الکتریکی	حداکثر قدرت عضلانی (Kg)
*.۰/۰۱۷	۳/۰۶۶ \pm ۲/۱۲	۱۳/۶ \pm ۴/۰۵	۱۰/۵ \pm ۳/۴۷	تمرینات قدرتی - استقامتی	
.۰/۳۲	۱/۲۱ \pm ۳/۱۵	۱۳/۴۲ \pm ۲/۵۵	۱۲/۲۱ \pm ۲/۶۸	کنترل	
.۰/۳۸	۵۲۳۱/۱ \pm ۱۳۵۱/۹	۱۶۶۰۸/۵ \pm ۱۴۹۰/۷	۶۳۷۷/۴ \pm ۴۸۷/۴	تحریکات الکتریکی	IEMG تحت خاری (mv/s)
.۰/۶۱	-۲۰۸۵/۳ \pm ۱۹۸۶/۸	۸۴۷۰/۲ \pm ۷۰۲/۴	۱۰۵۵۵/۶ \pm ۶۳۸/۰۷	تمرینات قدرتی - استقامتی	
.۰/۹۷	۷/۴۶ \pm ۱۵/۴۲	۳۹۷۹/۸۱ \pm ۲۹۷۸/۲۹	۳۹۷۲/۳۵ \pm ۹۷۶/۱۳	کنترل	
.۰/۱۱	۱۶۰۹۸/۷ \pm ۲۰۴۰/۳	۳۶۰۱۱/۵ \pm ۳۴۵۰/۵	۱۹۹۱۲/۸ \pm ۱۶۷۶/۵	تحریکات الکتریکی	IEMG گرد کوچک (mv/s)
.۰/۳۴	۹۷۶۲/۱ \pm ۲۳۰۴/۳	۳۶۰۳۲/۸ \pm ۲۳۲۵/۵	۲۶۲۷۰/۶ \pm ۱۹۶۲/۹	تمرینات قدرتی - استقامتی	
.۰/۸۱	-۹۴۴/۳۲ \pm ۱۹۵۷/۹۶	۲۴۴۴۹/۶۹ \pm ۲۹۰۷/۱۹	۲۵۴۴۴/۰۱ \pm ۲۹۰۰/۱۱	کنترل	
.۰/۱۰	۸۰۲/۷ \pm ۱۹۰/۹	۱۶۴۴/۶ \pm ۲۰۲/۳	۸۴۱/۹ \pm ۶۲۷/۱	تحریکات الکتریکی	RMSEMG تحت خاری (μ V)
.۰/۹۹۳	۵/۵۱ \pm ۱۳۹/۷	۱۵۶۹/۴ \pm ۱۲۷۵/۲	۱۵۶۳/۹ \pm ۵۳۲/۲	تمرینات قدرتی - استقامتی	
.۰/۹۹۸	-۲/۵۱ \pm ۱۷۰/۸	۵۸۲/۳۹ \pm ۴۴۲/۶۳	۵۸۵/۳۱ \pm ۴۹۳/۲۸	کنترل	
.۰/۳۴	۲۴۵۸/۹ \pm ۳۰۶/۳	۵۰۶۲/۸ \pm ۵۰۴/۷	۲۶۰۳/۸ \pm ۲۱۲/۲	تحریکات الکتریکی	RMSEMG گرد کوچک (μ V)
.۰/۱۵	۲۲۶۴/۸ \pm ۳۲۲/۴	۵۶۸۰/۵ \pm ۴۴۶/۶	۳۴۱۵/۷ \pm ۲۵۱/۴	تمرینات قدرتی - استقامتی	
.۰/۵۴	-۱۰۰۹/۵۵ \pm ۹۸۷/۷۴	۷۴۲/۹۶ \pm ۴۲۲/۱۲	۱۷۵۲/۵۱ \pm ۴۲۱/۷۶	کنترل	

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تمرینات قدرتی - استقامتی فزاینده و تحریکات الکتریکی بر قدرت عضلات چرخ‌دهنده خارجی در والیبالیست‌های مبتلا به سندرم عضله تحت خاری اثر دارد و باعث بهبود آن می‌شود. این نتایج با نتایج اریکسون و همکاران (۱۴)، لینلی و همکاران (۱۵)، کریر و رالف (۱۶) و لاگمن و همکاران (۲۱) هم‌خوانی دارد. این بهبود را می‌توان به فعالیت دیگر عضلاتی که عصب‌گیری آن‌ها متفاوت بوده و در شرایط سلامت به سر می‌برند نسبت داد. برای نمونه عضله گرد کوچک یا فیبرهای خلفی عضله دلتوئید که گیرافتادگی عصب فوق کتفی بر آن‌ها تأثیر منفی نداشته است می‌توانند به صورت جانشین یا بعنوان یک چرخاننده اصلی وارد عمل شوند و به میزان زیادی اختلال عضله تحت خاری را جبران نمایند (۵). ولی از

آنجایی که آزمودنی‌های این تحقیق را ورزشکاران حرفه‌ای تشکیل می‌دادند، به نظر می‌رسد که تسهیل در به‌کارگیری گروه‌های جدید عضلانی و سیستم‌های عصبی عضلانی جدید تأثیر چندانی بر قدرت نداشته یا حداقل اثر را دارد. افزایش قدرت می‌تواند ناشی از کارکرد اختصاصی عضلات چرخاننده خارجی باشد، زیرا در مجموعه تمرین درمانی دقیقاً حرکت چرخش خارجی بازو اجرا می‌شد و آزمودنی‌ها در یک صفحه حرکتی مناسب کلیه حرکات چرخاننده را وارد عمل می‌کردند. در تحریک الکتریکی نیز دقیقاً واحد حرکتی مربوط به عضله تحت خاری تحریک می‌شد. افزایش قدرت عضلات در اثر تمرینات در کوتاه‌مدت می‌تواند بر اثر افزایش تعداد واحدهای حرکتی^۱ که در یک انقباض فعال می‌شوند یا بر اثر افزایش فرکانس آتش^۲ واحدهای حرکتی اتفاق می‌افتد (۱۸). ولی در پارامترهای الکترومیوگرافی این عضلات تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد که نشان می‌دهد فعالیت الکتریکی این عضلات تغییری نکرده است. پدیده سازگاری عصبی در تمریناتی دیده می‌شود که به طور ارادی انجام شوند، هرچند در تحقیق حاضر افزایش قدرت ناشی از تحریک الکتریکی نیز به وقوع پیوسته است، یعنی در مواردی که به هر علتی نمی‌توان به صورت ارادی عضلات را وادار به انقباض دلخواه و مطلوب کرد، می‌توان از روش تحریک الکتریکی جهت فعال‌کردن واحدهای حرکتی بیشتر سود برد و بر قدرت عضله افزود. از طرفی هم درست است که قدرت عضلات در گروه تمرینات قدرتی - استقامتی فزاینده ۲۹/۵ درصد و در گروه تحریکات الکتریکی ۳۶ درصد افزایش داشته است، ولی از آنجا که عضله تحت خاری عضله‌ای تونیک و قامتی است و به‌عنوان ثابت‌دهنده‌ای پویا عمل می‌کند (۲۲)، و از طرفی تحریکات الکتریکی ابتدا واحدهای حرکتی تند انقباض را وارد عمل می‌کنند (۱۲) و واحدهای حرکتی کوچک‌تر که نقش بیشتری در عملکرد این عضله دارند کمتر وارد عمل می‌شوند، بنابراین استفاده از تحریکات الکتریکی برای تقویت این عضله پیشنهاد نمی‌شود. بهتر است از تمرینات درمانی با بار کم و تکرار زیاد استفاده شود تا واحدهای حرکتی کوچک‌تر بیشتر وارد عمل شوند.

همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که بین میانگین داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون پارامترهای IEMG و RMSEMG در عضلات تحت خاری و گرد کوچک اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. با توجه به اینکه بیشترین حجم عضله تحت خاری زیر عضله ذوزنقه‌ای قرار دارد و از لحاظ ثابت تحریکات، در الکترومیوگرافی سطحی می‌توانیم تنها منطقه کوچکی از عضله را شناسایی کنیم و از طرفی با توجه به افزایش معنی‌دار قدرت عضلانی در هر دو گروه آزمایشی، به نظر می‌رسد که ثبت الکترومیوگرافی عضله در این منطقه نمی‌تواند تخمین کاملی از فعالیت الکتریکی همه عضله را نشان دهد. اگرچه بعضی از مطالعات استفاده از الکترومیوگرافی سطحی در عضلات سطحی و بزرگی مثل سرینی بزرگ، پهن داخلی و پهن خارجی را پایا و قابل اعتماد دانسته‌اند (۲۳)، وقتی داده‌های حاصل از الکترومیوگرافی سطحی با داده‌های الکترومیوگرافی سوزنی به کمک سوزن‌های کوچک در عضلات عمقی‌تر و کوچک‌تری مثل نعلی و پروئوس‌ها مقایسه شد،

1. Recruitment Of Motor Units

2. Firing Rate

