

تأثیر تمرینات مقاومتی شانه بر قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور گردن

معصومه محمدی^۱، اصغر رضاسلطان^{۲*}، مینو خلخال^۳، سیدمهدی طباطبایی^۴، مهدی رضایی^۵

چکیده

زمینه و هدف: گردن درد یک مشکل بهداشتی- درمانی مهم در جوامع امروزی به شمار می‌رود و لازم است برنامه‌های تمرینی صحیح و مؤثر جهت پیشگیری و درمان آن به کار گرفته شود. این مطالعه با هدف تعیین تأثیر تمرینات مقاومتی ابدکتوری شانه بر قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور گردن انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی، ۲۸ زن سالم (۲۵-۱۸ سال) به صورت تصادفی در دو گروه تمرینات مقاومتی ابدکتوری شانه (۱۴ نفر) و گروه کنترل (۱۴ نفر) که تمرینات فعال شانه را بدون اعمال مقاومت (AROM) انجام می‌دادند، قرار گرفتند. هر دو گروه، ۳ روز در هفته به مدت ۱۰ هفته به انجام تمرینات پرداختند. قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور گردن در هر دو گروه، قبل و بعد از دوره مداخله با استفاده از دستگاه سنجش قدرت ایزومتریک اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تی مستقل و تی زوجی تجزیه و تحلیل شدند. سطح معنی‌داری، $p < 0/001$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: میزان قدرت عضلات اکستانسور گردن بعد از مداخله در گروه مورد $72/69 \pm 15/82$ بود که نسبت به گروه کنترل $52/68 \pm 14/20$ ، افزایش معنی‌داری داشت ($p < 0/001$).

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد تمرینات مقاومتی پیشرونده ابدکتوری شانه در افزایش قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور گردن مؤثر است.

کلید واژه‌ها: تمرین مقاومتی؛ شانه؛ کشش عضله؛ گردن.

^۱ مربی فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران.

^۲ استاد فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

^۳ استادیار فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

^۴ مربی آمار، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

^۵ مربی ارتوپدی فنی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول مکاتبات:

اصغر رضاسلطان^۲، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران؛

آدرس پست الکترونیکی:

arezasoltani@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۱۷

تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۴

لطفاً به این مقاله به صورت زیر استناد نمایید:

Mohammadi M, Rezasoltani A, Khalkhali Zavieh M, Tabatabaie SM, Rezaie M. The effect of shoulder resistance training on isometric strength of the neck extensor muscles. Qom Univ Med Sci J 2014;8(4):19-26. [Full Text in Persian]

مقدمه

در سالهای اخیر با پیشرفت تکنولوژی و افزایش استفاده از دستاوردهای آن نظیر کامپیوتر؛ افزایش ابتلا به دردهای عضلانی - اسکلتی از جمله گردن درد کاملاً مشهود است (۱، ۲). مطالعات نشان می‌دهد ۷۱-۶۷٪ از افراد در طول زندگی خود، گردن درد را بدون علت مشخص تجربه کرده‌اند (۳). با توجه به شیوع بالای گردن درد در بین افراد جامعه، همچنین مشکلات و عوارضی که در پی خواهد داشت مانند ناتوانی و غیبت از محل کار و هزینه‌های بالای درمانی؛ این عارضه به‌عنوان یک مشکل بهداشتی درمانی مهم در جامعه مطرح است، لذا انجام اقداماتی صحیح و مؤثر جهت پیشگیری و درمان آن ضروری به‌نظر می‌رسد. بی‌ثباتی یکی از مهم‌ترین علل زمینه‌ساز درد در ستون فقرات به‌شمار می‌رود، به‌طوری‌که اختلال در هر یک از عوامل ایجاد ثبات در ستون فقرات منجر به ایجاد درد در آن می‌گردد (۴-۶). عضلات به همراه عناصر عصبی و غیرانقباضی وظیفه تأمین ثبات را در ستون فقرات برعهده دارند (۷)، اما در مورد ستون فقرات گردنی نقش عضلات در تأمین ثبات آن برجسته‌تر بوده (۸) و محققان ثبات عضلانی را یکی از ضروریات اساسی جهت جلوگیری از آسیب مهره‌های گردن و ساختارهای اطراف آن می‌دانند (۹). همچنین برخی از محققین معتقدند عضلات پشتی گردن، نقش قابل توجهی در فراهم آوردن ثبات سر، حفظ راستا و عملکرد ستون مهره‌های گردنی دارند (۱۰). در مطالعات مختلف نیز همراهی ضعف عضلانی با گردن درد به اثبات رسیده است (۱۱-۱۳). بر همین اساس، محققین تمرینات مقاومتی را با هدف بازگردانی قدرت به این عضلات، به‌عنوان یکی از راههای پیشگیری و درمان گردن درد توصیه می‌کنند و در طی مطالعات متعدد با ارائه برنامه‌های تمرینی مختلف و با استفاده از ابزارهای مختلفی نظیر (MCU (Multi Cervical Unit، باندهای الاستیک، وزنه و کیسه شن، درصد نیل به این اهداف برآمده‌اند (۲۱-۱۴)، که در تمامی آنها هدف اصلی برنامه‌های تمرینی؛ تقویت عضلات اطراف گردن به‌وسیله تمریناتی متمرکز بر این بخش از ستون فقرات بوده است، تمریناتی که شاید بسیاری از بیماران به‌علت درد قادر به اجرای صحیح آن نباشند. از طرف دیگر، استفاده از ابزارهای نام برده شده مشکلاتی را به همراه خواهد

داشت به‌عنوان مثال استفاده معمول از MCU در کلینیک‌های درمانی به‌علت گران بودن و در دسترس نبودن امکان‌پذیر نیست، اگرچه مؤثر بودن آن در مطالعات بسیاری به اثبات رسیده است. در مطالعه‌ای که توسط Burnett و همکاران انجام شد ثابت گردید باندهای الاستیک بجز در مورد عضلات فلکسور، قدرت سایر عضلات اطراف گردن را کمتر از ۳۰٪ افزایش می‌دهند که این امر می‌تواند یکی از نقاط ضعف باندهای الاستیک در تقویت عضلات اطراف گردن به حساب آید (۱۶). از طرفی، با توجه به اینکه لازم است هنگام استفاده از وزنه و کیسه شن، آنها به سر و گردن بیمار آویخته شوند، لذا مشکلاتی را به همراه خواهند داشت. بنابراین، با توجه به مشکلات موجود در روش معمول تقویت عضلات اکستانسور ستون فقرات گردنی، نیاز به برنامه تمرینی جدیدی که عاری از مشکلات برنامه‌های قبلی باشد، احساس می‌گردد.

یکی از وظایف مهم ستون فقرات، فراهم کردن پایه‌ای با ثبات به‌منظور داشتن حرکاتی مؤثر در اندام‌ها می‌باشد. بخش مهمی از کارآمدی ستون فقرات در اجرای این وظیفه، به عضلات اطراف آن وابسته است تا با وارد عمل شدن و انقباضات به‌موقع، خود، ثبات لازم را در ستون فقرات در زمان حرکت اندام‌ها ایجاد کنند. واکنش و فعالیت عضلات اطراف ستون فقرات در مقابل حرکت اندام‌های فوقانی و تحتانی، موضوعی است که سالها مورد توجه محققین بوده است. Richardson و Hodges در سال ۱۹۹۷ فعالیت عضله مالتی فیدوس کمری (یکی از عضلات اکستانسور مهم ثبات‌دهنده در ستون فقرات کمری) (۶) را متعاقب حرکات اندام تحتانی از ناحیه مفصل ران در جهات فلکشن، اکستنشن و ابداکشن گزارش کردند (۲۲). فعالیت این عضله قبل و بعد از انجام حرکت فلکشن بازو نیز به اثبات رسیده است (۲۳). در ستون فقرات گردنی نیز Takasaki و همکاران حرکات بین سگمانی را در پی حرکت ابداکشن شانه گزارش کردند (۲۴). بنابراین، با کنار هم قرار دادن این یافته‌ها و در نظر گرفتن این واقعیت که عضلات ستون فقرات در پی حرکات اندام‌ها فعال می‌شوند، بروز تغییراتی در قدرت عضلات اکستانسور گردن به دنبال تمرینات مقاومتی اندام فوقانی، دور از ذهن به‌نظر نمی‌رسد. همان‌طور که مشاهده می‌شود غالب مطالعات انجام شده در این زمینه در ناحیه

برنامه تمرینی گروه شانه: طول دوره تمرین در این گروه، ۱۰ هفته و تعداد جلسات ۳ جلسه در هفته به صورت یک روز در میان بود. بدین صورت که قبل از شروع تمرین اصلی، Warm Up شامل حرکات فعال فلکشن، اکستنشن، ابداکشن، روتیشن و کشش عضلات شانه به مدت ۳ دقیقه انجام می شد. تمرینات اصلی به صورت ۳ ست ۱۰ تایی برای حرکت ابداکشن شانه بود. برای هر فرد در ابتدای برنامه تمرینی، مقدار ۱۰RM توسط دمبل محاسبه و برای شروع تمرینات از همین مقدار وزنه استفاده گردید. پیشرفت در تمرینات شانه نیز زمانی صورت می گرفت که فرد قادر به انجام تعداد بیشتری از ۱۰ حرکت ابداکشن در ۳ ست سوم تمرینی در یک جلسه باشد. این پیشرفت به صورت افزایش میزان وزنه به مقدار ۷-۳٪ مقدار قبلی بود. لازم به ذکر است مقدار استراحت بین ست ها نیز یک دقیقه در نظر گرفته می شد.

برنامه تمرینی گروه کنترل: آزمودنی های گروه کنترل تمریناتی را به صورت حرکات فعال بدون اعمال مقاومت (Active ROM) و کشش عضلات شانه، ۳ بار در هفته به صورت یک روز در میان و به مدت ۱۰ هفته انجام دادند.

اندازه گیری حداکثر قدرت انقباض عضلات اکستانسور گردن: حداکثر قدرت عضلات اکستانسور گردن توسط دستگاه سنجش قدرت ایزومتریک در هر دو گروه تمرینی و کنترل، قبل و بعد از اجرای برنامه تمرینی اندازه گیری شد. این دستگاه شامل صفحه مانیپولر، حافظه، Load Cell (ZEMIC مدل H3-C3-100 Kg-3B) و میله های عمودی قابل تنظیم نصب شده بر روی دیوار می باشد. تکرارپذیری بالای دستگاه مذکور در سال ۲۰۰۶ توسط رضا سلطانی و همکاران گزارش شد (۲۵). جهت ثبت قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور گردن، فرد پشت به دستگاه قرار می گرفت و از ناحیه اکسیپوت به Load Cell فشار وارد می کرد. لازم به ذکر است برای اعمال نیرو؛ سر و گردن در وضعیت نوترال قرار می گرفت. همچنین به منظور گرم کردن، فرد ۲-۳ بار Submaximal انجام می داد، سپس از وی خواسته می شد ۳ بار حداکثر انقباض ایزومتریک را برای حرکت راست کردن (اکستنشن) انجام دهد، به طوری که هر کدام حدود ۵ ثانیه طول بکشد.

ستون فقرات کمری بوده است. لذا با توجه به اهمیتی که عضلات گردن به خصوص عضلات اکستانسور در تأمین ثبات این بخش از ستون فقرات دارند و با توجه به اینکه تاکنون مطالعه ای در زمینه تأثیر تمرینات اندام فوقانی به تنهایی بر روی قدرت و سایر ویژگی های عضلانی گردن انجام نگرفته است. لذا در این مطالعه به بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی شانه بر قدرت عضلات اکستانسور گردن پرداخته شد با این هدف که بتوان روشی مؤثر و جایگزین برای تمرینات معمول مقاومتی سر و گردن به خصوص برای بیماران مبتلا به گردن درد و حتی سایر افرادی که به هر دلیلی قادر به اجرای صحیح تمرینات مقاومتی معمول سر و گردن نیستند ارائه داد.

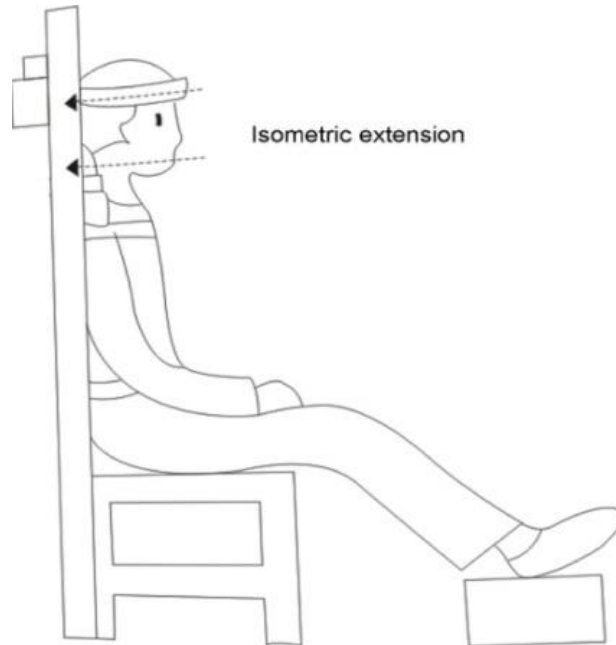
روش بررسی

این تحقیق به صورت تجربی بر روی ۲۸ زن سالم (۲۵-۱۸ سال) به روش نمونه گیری غیرتصادفی ساده در دسترس انجام شد. معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از: گردن درد دو طرفه یا یک طرفه در یک سال اخیر، درد ناشی از بیماری های التهابی مفاصل، بدخیمی و اختلالات سیستم ایمنی مانند آرتریت روماتوئید در گردن و اندام فوقانی، وجود ابنورمالیتی های شناخته شده مادرزادی در ستون فقرات و اندام فوقانی، سابقه هرگونه شکستگی یا جراحی ستون فقرات و اندام فوقانی، بیماری های زمینه ای و یا عدم سلامت عمومی از قبیل بیماری های ریوی، میوپاتی ها، سرطان و شرکت در برنامه تمرینی گردن و کمربند شانه ای در ۳ ماه اخیر.

پس از کنترل شرایط رد یا قبول و انتخاب افراد، اهداف و نحوه اجرای تحقیق با بیان یکسان برای تمام افراد توضیح داده شد. سپس فرم رضایت نامه مشارکت در طرح و پرسشنامه عمومی برای کسب اطلاعات زمینه ای در اختیار آنان قرار گرفت. افراد پس از اعلام رضایت و انتخاب، به طور تصادفی در دو گروه تمرینی شانه و گروه کنترل قرار داده شدند. همچنین دو گروه براساس سن و شاخص توده بدنی (BMI) تطبیق داده شدند. مجوز انجام این مطالعه از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی اخذ گردید.

افراد توسط آزمونگر به طور کلامی برای اعمال حداکثر نیرو تشویق می شدند. از هر ۳ تلاش فرد، هر کدام که میزان بالاتری داشت، به عنوان حداکثر قدرت انقباضی فرد در نظر گرفته می شد (۲۶).

در هنگام انجام تست، تنه و اندام‌های فوقانی و تحتانی در حالت آرام و بدون انقباض قرار می گرفت و توسط دو باند، ناحیه سینه و لگن ثابت نگه داشته می شد. فاصله استراحت بین هر تلاش فرد یک دقیقه در نظر گرفته می شد (شکل) (۲۵).



شکل: اندازه‌گیری حداکثر قدرت انقباض عضلات اکستانسور گردن

معین شده شرکت کرده بودند (۲۸ نفر) به ارزیابی پایانی رسیدند. اختلاف دو گروه از نظر سن، وزن، قد و شاخص توده بدنی معنی دار نبود (جدول شماره ۱).

برای انجام محاسبات آماری، از آزمون تی زوجی و تی مستقل استفاده شد. سطح معنی داری، $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

تمامی افراد شرکت کننده در هر دو گروه که در برنامه تمرینی

جدول شماره ۱. مشخصات آنتروپومتریک افراد شرکت کننده در مطالعه به تفکیک گروه *

گروه	متغیر	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (متر)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)
		انحراف معیار \pm میانگین (حداکثر - حداقل)	انحراف معیار \pm میانگین (حداکثر - حداقل)	انحراف معیار \pm میانگین (حداکثر - حداقل)	انحراف معیار \pm میانگین (حداکثر - حداقل)
تمرین شانه		۲۱/۷۱ \pm ۱/۷۲ (۲۰-۲۵)	۵۶/۰۷ \pm ۴/۹۶ (۴۷-۶۶)	۱/۶۱ \pm ۰/۰۵ (۱/۵۴-۱/۷۲)	۲۱/۴۷ \pm ۱/۳۰ (۲۰/۱۳-۲۴/۹۷)
	کنترل	۲۱/۵۰ \pm ۰/۸۵ (۲۰-۲۳)	۵۷/۸۵ \pm ۵/۶۸ (۴۹-۶۸)	۱/۶۱ \pm ۰/۰۶ (۱/۵۱-۱/۷۳)	۲۲/۰۶ \pm ۱/۹۱ (۲۰/۲۸-۲۴/۹۷)

* اختلاف دو گروه در هیچ موردی معنی دار نبوده است.

مقاومتی شانه بعد از ۱۰ هفته تمرین و در پایان جلسه سی‌ام به دست آمد ($p < 0/001$)، اما در مورد گروه کنترل این تغییرات معنی‌دار نبود. در مورد تفاوت تغییرات میانگین قدرت عضلات قبل و بعد از مداخله، بین دو گروه نیز نتایج معنی‌داری مشاهده شد ($p < 0/001$) (جدول شماره ۲).

قبل از مداخله، دو گروه از نظر میانگین قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور، تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند، اما پس از مداخله، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه از این نظر مشاهده گردید. در ارزیابی‌های درون گروهی نیز افزایش معنی‌داری در میزان قدرت عضلات اکستانسور گردن در گروه تمرینات

جدول شماره ۲: میزان قدرت عضلات اکستانسور گردن قبل و پس از دوره تمرینی در گروه شانه و کنترل (نیوتون)

گروه	ارزیابی اولیه	ارزیابی ثانویه	تفاوت	درصد تغییرات
تمرین شانه	۴۸/۵۸±۱۱/۲۴	۷۲/۶۹±۱۵/۸۲	۲۴/۱۱±۱۳/۲۵	۴۹/۶۲٪
کنترل	۵۱/۴۶±۱۳/۳۸	۵۲/۶۸±۱۴/۲۰	۱/۲۲±۶/۹۱	۲/۳۷٪

در هر دو گروه (n=14)

بحث

در پی یک دوره تمرینات مقاومتی اندام تحتانی پرداخته است که نتایج آن حاکی از مشاهده افزایش سطح مقطع این عضله بعد از دوره مداخله بوده است (۲۷). البته در این مطالعه Danneels و همکاران گزارشی در مورد تغییر قدرت عضلات اکستانسور کمری ارائه ندادند، اما با توجه به ارتباطی که بین قدرت عضلات و سطح مقطع آنها وجود دارد (۲۵، ۲۸، ۲۹)، می‌توان انتظار افزایش قدرت را نیز در این عضلات داشت. از طرفی، به لحاظ تشابه عملکردی که بین عضلات ثبات‌دهنده گروه اکستانسور گردنی و کمری در برقراری ثبات در ستون فقرات وجود دارد؛ مشاهده افزایش قدرت عضلات گروه اکستانسور گردن نیز در پی یک دوره تمرین مقاومتی در اندام فوقانی منطقی به نظر می‌رسد. از جمله محدود مطالعاتی که در ارتباط با ستون فقرات گردنی انجام شده می‌توان به مطالعه رهنما و همکاران اشاره نمود که نتایج آن اخیراً گزارش شده است، این محققین در مطالعه خود این طور بیان داشتند انقباضات ایزومتریک عضلات شانه در جهات مختلف، به‌خصوص در حرکت ابداکشن منجر به افزایش قطر قدامی - خلفی عضله مولتی فیدوس گردنی می‌شود (۳۰). البته ایشان در مطالعه خود تغییر سایز عضله مذکور را نیز به صورت آتی مورد بررسی قرار داده و واکنش عضله را پس از دوره تمرین گزارش نکردند. بر این اساس مطالعه حاضر اولین و تنها پژوهشی است که در زمینه تأثیر یک دوره تمرینات مقاومتی شانه بر قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور ستون فقرات گردنی انجام شده و

نتایج مطالعه حاضر نشان داد ۱۰ هفته تمرینات مقاومتی پیشرونده ابداکتوری شانه که در این مطالعه به صورت ایزوتونیک و توسط وزنه آزاد انجام شد، به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور ستون فقرات گردنی می‌گردد. در مطالعات متعددی واکنش و فعالیت عضلات اطراف ستون فقرات در مقابل حرکت اندام‌های فوقانی و تحتانی مورد بررسی قرار گرفته و به اثبات رسیده است (۲۲، ۲۳، ۲۷). تفسیر منطقی این رخداد، این است که حرکت اندام‌ها منجر به بروز اغتشاشات برهم‌زننده ثبات در ستون فقرات می‌شود و عضلات اطراف ستون فقرات را به منظور حفظ و بازگردانی ثبات، وادار به انقباض و فعالیت می‌کند، لذا بنابر نتایج این مطالعه در صورتی که این انقباضات در مقابل مقاومت (Load) کافی صورت گیرد منجر به افزایش قدرت در این عضلات خواهد شد. در واقع، تمرینات مقاومتی ابداکتوری در شانه به صورت غیرمستقیم منجر به اعمال مقاومت به عضلات اکستانسور گردن و تقویت آنها می‌شود. مروری بر مطالعات گذشته نشان می‌دهد غالب تحقیقاتی که واکنش عضلات ستون فقرات را در برابر حرکت اندام‌ها مورد بررسی قرار داده‌اند، اولاً در مورد ستون فقرات کمری بوده است ثانیاً در این مطالعات به بررسی واکنش آنی عضله مذکور در برابر حرکات اندام‌های فوقانی و تحتانی پرداخته شده است (۲۲، ۲۳). تنها یک مطالعه به بررسی واکنش عضله مولتی فیدوس کمری

ابداکتوری در شانه، همچنین تقدم و تأخر وارد عمل شدن هر یک از عضلات اکستانسور، طی فعالیت مقاومتی در شانه بررسی گردد.

نتیجه گیری

طبق نتایج این مطالعه، انجام ۱۰ هفته تمرینات مقاومتی پیشرونده ابداکتوری در شانه موجب افزایش قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور گردن که عضلاتی مهم در تأمین و حفظ ثبات گردن می باشند، می شود. لذا می توان در بیماران مبتلا به گردن درد، حتی سایر افرادی که به هر دلیلی در اجرای صحیح تمرینات سر و گردن با مشکل مواجه هستند از این برنامه تمرینی به جای تمرینات مقاومتی معمول سر و گردن استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از نتایج پایان نامه دوره کارشناسی ارشد می باشد. بدین وسیله از دانشجویان دختر دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی که در اجرای این مطالعه همکاری داشته اند قدردانی می شود.

به مقایسه این تمرینات با گروه کنترل که تمریناتی را بدون اعمال وزنه انجام داده اند پرداخته است، لذا همان طور که بیان شد تمرینات مذکور می تواند منجر به افزایش معنی داری در قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور ستون فقرات گردنی شود، در صورتی که این تغییر در گروه کنترل معنی دار نبوده است. عدم مشاهده نتایج مثبت در آزمودنی های گروه کنترل نیز منعکس کننده این واقعیت است که اگرچه عضلات اکستانسور گردنی در پی حرکت اندام های فوقانی، به منظور حفظ ثبات ستون فقرات وارد عمل می شوند، اما این انقباضات در صورتی که همراه با اعمال مقاومت کافی نباشند، هیچ گونه تقویتی را در پی نخواهند داشت.

محدودیت ها

در این مطالعه فعالیت الکترومیوگرافیک عضلات اکستانسور گردن مورد بررسی قرار نگرفت. بنابراین، پیشنهاد می گردد در مطالعات آینده فعالیت این عضلات حین انجام حرکات مقاومتی

References:

1. Fejer R, Kyvic KO, Hartvigsen J. The prevalence of neck pain in the world population: A systematic critical review of the literature. *Eur Spine J* 2006 Jun; 15(6):834-48.
2. Hakala PT, Rimpelä AH, Saarni LA, Salminen JJ. Frequent computer-related activities increase the risk of neck-shoulder and low back pain in adolescents. *Eur J Public Health* 2006 Oct; 16(5):536-41.
3. Cote P, Cassidy JD, Carroll L. The Saskatchewan health and back pain survey. The prevalence of neck pain and related disability in Saskatchewan adults. *Spine (Phila Pa 1976)* 1998 Aug 1; 23(15):1689-98.
4. Hodges PW. The role of the motor system in spinal pain: Implications for rehabilitation of the athlete following lower back pain. *J Sci Med Sport* 2000 Sep; 3(3):243-53.
5. Olson KA, Joder D. Diagnosis and treatment of cervical spine clinical instability. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001 Apr; 31(4):194-206.
6. Ward SR, Kim CW, Eng CM, Gottschalk LJ, Tomiya A, Garfin SR, Lieber RL. Architectural analysis and intraoperative measurements demonstrate the unique design of the multifidus muscle for lumbar spine stability. *J Bone Joint Surg Am* 2009 Jan; 91(1):176-85.
7. Lee JP, Tseng WY, Shau YW, Wang CL, Wang HK, Wang SF. Measurement of segmental cervical multifidus contraction by ultrasonography in asymptomatic adults. *Man Ther* 2007 Aug; 12(3):286-94.

8. Panjabi MM, Cholwicki J, Nibu K, Grauer J, Babat LB, Dvorak J. Critical load of the human cervical spine: An in vitro experimental study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 1998 Jan; 13(1):11-17.
9. Wilke HJ, Wolf S, Claes LE, Adrand M, Wiesend A. Stability increase of the lumbar spine with different muscel groups. A biomechanical invitro study. *Spine (Phila Pa 1976)* 1995 Jan 15;20(2):192-8.
10. Okada E, Matsumoto M, Ichihara D, Chiba K, Toyama Y, Fujiwara H, et al. Cross sectional area of posterior neck muscles of the cervical spine in asymptomatic subjects: A 10 year longitudinal magnetic resonance imaging study. *Eur Spine J* 2011 Sep; 20(9):1567-73.
11. Cagnie B, Cools A, Loose V, Cambier D, Danneels L. Differences in isometric neck muscle strength between healthy controls and women with chronic neck pain: The use of reliable measurement. *Arch Phys Med Rehabil* 2007 Nov; 88(11):1441-5.
12. Falla DL, Jull GA, Hodgs PW. Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004 Oct 1;29(19):2108-14.
13. Ylinen J, Takala EP, Kautiainen H, Nykänen M, Häkkinen A, Pohjolainen T, Karppi SL, Airaksinen O. Association of neck pain, disability and neck pain during maximal effort with neck muscle strength and range of movement in women with chronic non-specific neck pain. *Eur J Pain* 2004 Oct; 8(5):473-8.
14. Berg HE, Berggren G, Tesch PA. Dynamic neck strength training effect on pain and function. *Arch Phys Med Rehabil* 1994 Jun; 75(6):661-5.
15. Bronfort G, Evans R, Nelson B, Aker PD, Goldsmith CH, Vernon H. A randomized clinical trial of exercise and spinal manipulation for patients with chronic neck pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 2001 Apr 1;26(7):788-97.
16. Burnett AF, Naumann FL, Price RS, Sanders RH. A comparison of training methods to increase neck muscle strength. *Work* 2005;25(3):205-10.
17. Highland TR, Dreisinger TE, Vie LL, Russell GS. Changes in isometric strength and range of motion of the isolated cervical spine after eight weeks of clinical rehabilitation. *Spine (Phila Pa 1976)* 1992 Jun; 17(6 Suppl):S77-82.
18. Kay TM, Gross A, Goldsmith C, Santaguida PL, Hoving J, Bronfort G, Santaguida PL. Exercises for mechanical neck disorders. *Cochrane Database Syst Rev* 2005 Jul 20;(3):CD004250.
19. Nikander R, Mälkiä E, Parkkari J, Heinonen A, Starck H, Ylinen J. Dose-response relationship of specific training to reduce chronic neck pain and disability. *Med Sci Sports Exerc* 2006 Dec; 38(12):2068-74.
20. Chiu TT¹, Lam TH, Hedley AJ. A randomized controlled trial on the efficacy of exercise for patients with chronic neck pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005 Jan 1;30(1):E1-7.
21. Ylinen J, Takala EP, Nykanen M, Hakkinen A, Malkia E, Pohjolainen T, et al. Active neck muscle training in the treatment of chronic neck pain in women: A randomized control trial. *JAMA* 2003 May 21;289(19):2509-16.
22. Hodges PW, Richardson CA. Contraction of abdominal muscles associated with movements of lower limb. *Phys Ther* 1997 Feb; 77(2):132-42.
23. Moseley GL, Hodges PW, Gandevia SC. Deep and superficial fibers of the lumbar multifidus muscle are differentially active during voluntary arm movements. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002 Jan 15;27(2):E29-36.
24. Takasaki H, Hall T, Kaneko S, Iizawa T, Ikemoto Y. Cervical segmental motion induced by shoulder abduction assessed by magnetic resonance imaging. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009 Feb 1;34(3):E122-6.
25. Rezasoltani A, Ahmadi A, Emami D, Lajevardi ST, Okhovatian F. The reliability of isometr 2 device in measuring of cervical flexor and extensor muscles strength. *J Rehab* 2006;7(2):6-11. [Full Text in Persian]

26. Rezasoltani A, Ahmadipor AR, Khademi-Kalantari K, Rahimi A. Preliminary study of neck muscle size and strength measurements in females with chronic non-specific neck pain and healthy control subjects. *Man Ther* 2010 Aug; 15(4):400-3.
27. Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, Borguis J, Dankaerts W, DeCuyper HJ. Effects of three different training modalities on the cross sectional area of the lumbar multifidus muscle in patients with chronic low back pain. *Br J Sports Med* 2001 Jun; 35(3):186-91.
28. Ikai M, Fukunaga T. Calculation of muscle strength per unit cross-sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurements. *Int Z Angew Physiol* 1968;26(1):26-32.
29. Mayoux-Benhamou MA, Wybier M, Revel M. Strength and cross sectional area of dorsal neck muscles. *Ergonomics* 1989 May; 32(5):513-8.
30. Rahnama L, Rezasoltani A, Khalkhali M, Nouri F, Akbarzadeh A. Cervical multifidus dimensions changed by isometric contraction of shoulder muscles. 16th Congress of Iranian Society of Physical Medicine, Rehabilitation & Electrodiagnosis. Imam Khomeini Hospital. Tehran, Iran. 2012.