

تحقیقی

مقایسه ابعاد عضله Longus Colli به وسیله اولتراسونوگرافی در بیماران مبتلا به درد مزمن گردن غیراختصاصی و افراد سالم

خدابخش جواشیر*^۱، دکتر محمدعلی محسنی بندپی^۲، دکتر محسن امیری^۳، دکتر اصغر رضاسلطانی^۴، دکتر مهدی رهگذر^۵

۱- دانشجوی دکترای فیزیوتراپی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، عضو هیأت علمی گروه فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی بابل.

۲- دانشیار گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی تهران. ۳- استادیار گروه فیزیوتراپی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی.

۴- دانشیار گروه فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. ۵- استادیار گروه آمار، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی.

چکیده

زمینه و هدف: اندازه عضله تعیین کننده مناسبی از عملکرد عضله است. نقش ویژه‌ای برای عضله Longus Colli در ثبات ستون فقرات گردنی ثابت شده است. این مطالعه به منظور مقایسه اندازه عضله Longus Colli به وسیله اولتراسونوگرافی در افراد سالم و بیماران مبتلا به درد مزمن گردن غیراختصاصی انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه مورد شاهده‌ی روی ۲۰ بیمار (۱۰ مرد و ۱۰ زن) مبتلا به درد دوطرفه گردن مراجعه کننده به کلینیک فیزیوتراپی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی و ۲۰ فرد سالم (۱۰ مرد و ۱۰ زن) که هیچ گونه ضایعه یا دردی در گردن نداشتند؛ در سال ۱۳۸۷ انجام شد. تصویربرداری به وسیله اولتراسونوگرافی از عضله Longus Colli در ناحیه ۲ سانتی متر پایین تر از غضروف تیروئید در دو گروه مورد و شاهد انجام شد. سطح مقطع (سانتی مترمربع) و شکل عضله (تقسیم پهنا بر ضخامت) اندازه گیری شد. از آزمون آماری تی برای مقایسه سطح مقطع و شکل عضله در دو گروه به تفکیک سمت راست و چپ استفاده گردید.

یافته‌ها: سطح مقطع عضله Longus Colli سمت راست و چپ گروه شاهد به ترتیب $0/85 \pm 0/11$ سانتی مترمربع و $0/86 \pm 0/12$ سانتی مترمربع بود. این مقدار در سمت راست و چپ گروه مورد $0/76 \pm 0/11$ سانتی مترمربع و $0/68 \pm 0/07$ سانتی مترمربع به دست آمد که به طور معنی داری بزرگ تر بود ($P < 0/05$). همچنین شکل عضله Longus Colli در سمت راست و چپ گروه شاهد به ترتیب $1/18 \pm 0/17$ سانتی متر و $1/16 \pm 0/19$ سانتی متر بود که نسبت به شکل عضله Longus Colli سمت راست و چپ گروه مورد که به ترتیب $1/50 \pm 0/25$ سانتی متر و $1/50 \pm 0/27$ سانتی متر به دست آمد؛ به طور معنی داری کوچک تر بود ($P < 0/05$).

نتیجه گیری: این مطالعه نشان داد که سطح مقطع عضله Longus Colli در بیماران مبتلا به درد مزمن گردن در مقایسه با افراد سالم کوچک تر و شکل آن بزرگ تر است.

کلید واژه‌ها: ستون فقرات گردنی، اولتراسونوگرافی، عضله Longus Colli، درد گردن

* نویسنده مسؤول: خدابخش جواشیر، پست الکترونیکی: kjavanshir@yahoo.com

نشانی: تهران، اوین، خیابان کودکیار، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، گروه فیزیوتراپی، تلفن و نمابر: ۲۲۱۸۰۰۳۹ (۰۲۱)

وصول مقاله: ۸۷/۱۱/۲۰، پذیرش مقاله: ۸۸/۳/۱۹

مقدمه

شیوع درد گردن بدون علت مشخص ۶۷-۷۱ درصد گزارش شده است و نشان می‌دهد که حدود دوسوم جامعه در طول زندگی به شکلی درد گردن را تجربه می‌کنند (۱). درد گردن سبب درد شدید و ناتوانی در افراد می‌گردد. در سال‌های اخیر مدارکی مبنی بر اختلال عملکرد عضلات خم‌کننده عمقی در بیماران مبتلا به درد گردن به دست آمده است (۲-۶).

اولتراسونوگرافی عضلات عمقی خلفی ستون فقرات به خاطر بررسی بالینی این عضلات در افراد سالم و یا بیماران مبتلا به کمردرد و درد گردن اخیراً مورد توجه محققین قرار گرفته است (۷-۹). اندازه‌گیری ابعاد عضلات از طریق اولتراسونوگرافی فرصتی را فراهم می‌کند که بتوان آتروفی و یا هیپرتروفی عضله را به صورت عینی اندازه‌گیری کرد (۸). برخی محققین از طریق اولتراسونوگرافی اطلاعاتی را در مورد سطح مقطع عضله مولتی‌فیدوس کمری (۱۰) و گردنی (۷) در افراد سالم ارائه کرده‌اند که امکان مقایسه ابعاد عضله را بین افراد سالم و بیماران مبتلا به درد گردن یا کمردرد فراهم می‌سازد. این موضوع در مورد برخی دیگر از عضلات ستون فقرات گردنی نیز انجام شده است (۱۱-۱۳).

در ناحیه کمر کاهش یک‌طرفه سطح مقطع عضله مولتی‌فیدوس در بیماران مبتلا به کمردرد حاد یا مزمن مشاهده شده است (۸) و این آتروفی عضلانی به‌طور خودبه‌خودی و بدون وجود برنامه تمرینی خاص برای این عضله، بهبود نمی‌یابد (۱۴). مطالعات اولتراسونوگرافی در مورد عضلات عمقی ناحیه گردن کمتر از ناحیه کمر است. Fernandez نشان داد که عضله مولتی‌فیدوس در زنانی که دچار درد گردن دوطرفه هستند؛ به طور کلی دارای سطح مقطع کوچک‌تری نسبت به زنان سالم است (۹). در این ناحیه اخیراً توجه زیادی به عضلات فلکسور عمقی به عنوان ثبات‌دهنده‌های ستون فقرات گردنی شده است (۱۵و۶). قدرت و تحمل این عضلات در افراد مبتلا به درد مزمن گردن کاهش می‌یابد (۶).

عضله Longus Colli (LC) به عنوان یک عضله فلکسور عمقی در قسمت قدامی ستون فقرات قرار گرفته و از سه قسمت تشکیل شده است. عمل آن در صورت انقباض دوطرفه خم کردن مهره‌های گردن می‌باشد (۱۵).

برای بررسی عضلات خلفی ستون فقرات گردنی از روش‌های مختلفی از جمله الکترومیوگرافی سطحی (۱۶) و روش جدید الکترومیوگرافی برای بررسی عضله Longus Colli که یک عضله عمقی قدامی ستون فقرات می‌باشد؛ استفاده شده است (۳). با روش اخیر اختلال عملکرد این عضله در بیماران مبتلا به درد گردن محرز شده است. با توجه به این نکته که روش جدید الکترومیوگرافی معرفی شده؛ برای بررسی عضله Longus Colli تهاجمی می‌باشد؛ لذا استفاده از اولتراسونوگرافی در بررسی و اندازه‌گیری این عضله که یک عضله عمقی است و در مجاورت ساختارهایی نظیر زنجیره غدد لنفاوی، عصب واگ و شریان کاروتید قرار گرفته؛ روش مناسب‌تری به‌نظر می‌رسد. علاوه بر این با اولتراسونوگرافی می‌توان ابعاد عضله را اندازه‌گیری نمود؛ که تعیین‌کننده مناسبی از عملکرد این عضله ثباتی مهم محسوب می‌شود. علی‌رغم مطالعات ذکر شده در مورد اندازه‌گیری عضلات گردن و مطالعات مربوط به عضله Longus Colli با استفاده از الکترومیوگرافی، تاکنون هیچ مطالعه‌ای که ابعاد این عضله را با اولتراسونوگرافی در بیماران مبتلا به درد مزمن گردن با افراد سالم مقایسه نماید؛ انجام نشده است. لذا این مطالعه به منظور مقایسه اندازه عضله Longus Colli به وسیله اولتراسونوگرافی در بیماران مبتلا به درد مزمن گردن غیراختصاصی و افراد سالم انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه مورد شاهدهی روی ۲۰ بیمار (۱۰ مرد و ۱۰ زن) مبتلا به درد دوطرفه گردن مراجعه کننده به کلینیک فیزیوتراپی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی و ۲۰ فرد سالم (۱۰ مرد و ۱۰ زن) به صورت تصادفی از بین دانشجویان و کارکنان دانشکده که هیچ‌گونه ضایعه یا دردی در گردن نداشتند؛ در سال ۱۳۸۷ انجام شد.

تمام آزمودنی‌ها راست دست بودند و مدت زمان درد گردن آنها حداقل ۱۲ هفته بود. در این مطالعه درد گردن مکانیکی به صورت علائم درد ناحیه گردن یا شانه که در اثر وضعیت‌های ثابت گردن، حرکات گردن یا لمس عضلات بروز کند؛ در نظر گرفته شد.

بیماران مبتلا به درد یک‌طرفه، دردهای بافت عضلانی، سابقه جراحی گردن، استئوآرتریت شدید، دنده گردنی،

شد و میانگین اندازه گیری‌ها برای تجزیه تحلیل داده‌ها به کار گرفته شد.

داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS-12 تجزیه و تحلیل شد. توزیع طبیعی داده‌های کمی با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف ارزیابی شد. مقایسه سطح مقطع و شکل عضله برای سمت راست و چپ گروه مورد و شاهد با استفاده از آزمون تی انجام گردید. سطح اطمینان ۹۵ درصد و مقادیر کمتر از ۰/۰۵ از نظر آماری معنی دار تلقی شدند.

یافته‌ها

خصوصیات دموگرافیک شرکت کنندگان در جدول یک آمده است.

سطح مقطع عضله Longus Colli در گروه مورد نسبت به گروه شاهد در هر دو سمت راست و چپ کمتر بود ($P < 0.022$). همچنین شکل عضله Longus Colli در گروه شاهد در هر دو سمت چپ و راست کوچک‌تر از گروه مورد بود ($P < 0.000$). عضله Longus Colli در گروه مورد پهن تر و در گروه شاهد گردتر بود (جدول ۲). تفاوت معنی داری در اندازه عضله در دو طرف گروه مورد و شاهد وجود نداشت.

جدول ۱: خصوصیات دموگرافیک گروه مورد و شاهد

گروه	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	نمایه توده بدنی	میانگین $\pm$ انحراف معیار (دامنه)
مورد	۳۲/۸ $\pm$ ۴/۸	۱۶۵/۶ $\pm$ ۵/۸	۴۶/۶ $\pm$ ۸/۴	۲۳/۵ $\pm$ ۳	
	(۲۵-۴۴)	(۱۵۷-۱۷۵)	(۵۱-۸۷)	(۲۰/۴-۳۳/۷)	
شاهد	۲۸/۶ $\pm$ ۶/۶	۱۷۰/۶ $\pm$ ۸/۶	۶۹/۷ $\pm$ ۱۱/۶	۲۳/۸ $\pm$ ۲/۷	
	(۱۹-۴۱)	(۱۵۵-۱۸۵)	(۵۳-۹۴)	(۲۰/۵-۳۰/۳)	

جدول ۲: مقایسه اندازه سطح مقطع (سانتی متر مربع)

و Shape Ratio عضله Longus Colli بین دو گروه مورد و شاهد

ارزش P	میانگین $\pm$ انحراف معیار	بیماران با درد گردن	افراد سالم	سطح مقطع
				راست
		۰/۷۶ $\pm$ ۰/۱۱	۰/۸۵ $\pm$ ۰/۱۱	< ۰/۰۰۱
		۰/۶۸ $\pm$ ۰/۰۷	۰/۸۶ $\pm$ ۰/۱۲	< ۰/۰۰۱
		۱/۵۰ $\pm$ ۰/۲۵	۱/۱۸ $\pm$ ۰/۱۷	۰/۰۲۲
		۱/۵۰ $\pm$ ۰/۲۷	۱/۱۶ $\pm$ ۰/۱۹	۰/۰۲۲

ضایعه Whiplash یا صدمه گردنی، رادیکولوپاتی و میلوپاتی در مطالعه شرکت داده نشدند. هیچ یک از آزمودنی‌ها سابقه تمرینات منظم برای ناحیه گردن یا اندام‌های فوقانی در سه ماهه اخیر را نداشتند. به تمام شرکت کنندگان پرسشنامه حاوی اطلاعات مربوط به پژوهش و فرم رضایت‌نامه شرکت در مطالعه داده شد و مجوز انجام مطالعه از کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی اخذ گردید.

در این مطالعه از یک دستگاه اولتراسونوگرافی (Ultrasonix, Medical Corp., ES 500, Canada) با Probe خطی استفاده شد. افراد به صورت طاقباز روی تخت معاینه خوابیدند و هر دو دست در دو طرف تنه روی تخت قرار گرفت و زانوها و ران‌ها در حالت خم و سر و گردن در حالت Neutral قرار گرفت. یک حوله سه لایه زیر سر فرد قرار داد شد؛ به طوری که سر ۳ تا ۴ سانتی متر بالاتر از تخت قرار گرفت. یک حوله نرم زیر ناحیه گردن قرار گرفت. برای اندازه گیری عضله Longus Colli غضروف تیروئید با لمس مشخص شد و Probe به صورت عمود بر محور عمودی گردن قرار داده شد و یک سانتی متر به سمت خارج و دوسانتی متر به سمت پایین حرکت داده شد و تصویربرداری انجام شد. این محل محاذات مهره ششم گردنی است و در این ناحیه عضله Longus Capitis که دارای منشأ و مسیر نزدیکی با عضله Longus Colli می‌باشد؛ از این عضله فاصله گرفته و امکان اندازه گیری دقیق تری فراهم می‌شود.

اندازه گیری ابعاد عضله به صورت Online با استفاده از Caliperهای دستگاه انجام گرفت. تصویر سمت چپ و راست جداگانه گرفته شد. حاشیه عضله Longus Colli به وسیله محدوده‌های زیر مشخص گردید:

از سمت جلو و خارج شریان Common Carotid و Internal Jugular Vein از سمت جلو و داخل غده تیروئید و از سمت عقب جسم مهره.

سطح مقطع، ضخامت یا بعد قدامی-خلفی Anterior-Posterior Dimension (APD) و پهنای بعدجانبی Lateral Dimension (LD) عضله به صورت بیشترین فاصله بین حاشیه‌ها (۱۱) اندازه گیری شد.

شکل عضله (Shape Ratio) با تقسیم پهنای ضخامت (LD/APD) محاسبه گردید. از هر عضله ۳ بار تصویر گرفته

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که سطح مقطع عضله Longus Colli در بیماران مبتلا به درد مزمن گردن دوطرفه کوچک‌تر از افراد سالم بوده و شکل عضله بیماران مبتلا به درد مزمن گردن بزرگ‌تر از افراد سالم است. مطالعه تکرارپذیری اندازه‌گیری عضله Longus Colli در افراد سالم و بیماران مبتلا به درد مزمن گردن قبلاً به وسیله نویسندگان مقاله حاضر انجام شده بود (۱۳).

در مطالعه Cagnie اندازه‌گیری عضله Longus Colli به وسیله اولتراسونوگرافی و MRI در افراد سالم انجام شد (۱۷) و سطح مقطع گزارش شده؛ اندکی بزرگ‌تر از یافته‌های مطالعه حاضر بود. باید در نظر داشت که تفاوتی در سطح اندازه‌گیری عضله بین این دو مطالعه وجود دارد. به طوری که در مطالعه حاضر اندازه‌گیری دوسانتیتر پایین‌تر از مرکز غضروف تیروئید انجام گرفت؛ در حالی که در مطالعه Cagnie اندازه‌گیری در سطح غضروف تیروئید انجام شد. با توجه به منشاء و مسیر بسیار نزدیک دو عضله Longus Colli و Longus Capitis و دور شدن این دو عضله در بخش پایینی، همچنان که در مطالعه مزبور نیز اشاره شده؛ هرچه تصویربرداری در سطوح بالاتر انجام شود؛ سطح مقطع بزرگ‌تری به دلیل تداخل دو عضله ایجاد می‌گردد. بنابراین اندازه‌گیری انجام شده در مطالعه حاضر با توجه به این دیدگاه، دقیق‌تر است. البته باید اشاره کرد که چون در هر دو گروه مورد و شاهد روش و سطح یکسانی برای تصویربرداری استفاده گردید؛ مقایسه دو گروه در هر دو روش اندازه‌گیری قابل قبول است.

در مطالعات مختلف کاهش سطح مقطع عضله مولتی‌فیدوس کمری در بیماران مبتلا به کمردرد حاد یا تحت حاد و مزمن گزارش شده است (۱۴و۸). این مطالعات الگویی از تحلیل یک‌طرفه عضله مولتی‌فیدوس را گزارش نمودند که بیشتر سطوح مهره‌های پایین‌تر یعنی L4 و L5-S1 را شامل می‌شد. مطالعات در مورد مقایسه اندازه عضلات گردن بین افراد سالم و بیمار مبتلا به درد مزمن گردن بسیار کم است. Kristjansson کاهش را در سطح مقطع عضله مولتی‌فیدوس گردن در ۱۰ بیمار مبتلا به Whiplash Associated Disorders

(WAD) مزمن در مقایسه با ۱۰ فرد سالم گزارش کرد (۱۸). در مطالعه جدیدتری که به Elliot با استفاده از MRI انجام شده؛ سطح مقطع بزرگ‌تری برای مولتی‌فیدوس در بیماران WAD در مقایسه با افراد سالم گزارش شد (۱۹). مطالعه Fernandez تنها پژوهشی است که در آن سطح مقطع مولتی‌فیدوس در افراد سالم و بیمار مبتلا به درد مزمن گردن به وسیله اولتراسونوگرافی محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت و سطح مقطع مولتی‌فیدوس نیز در افراد سالم بزرگ‌تر از بیمار مبتلا به درد مزمن گردن بود (۹). در مطالعه Elliot اندازه‌گیری این عضله در افراد مبتلا به WAD بزرگ‌تر از افراد سالم بود (۱۹). آنچه می‌توان به عنوان توجیهی برای این تفاوت‌های گزارش سطح مقطع عضله عنوان کرد؛ تفاوت ابزار اندازه‌گیری، سطح اندازه‌گیری و به خصوص جمعیت‌هایی است که نمونه‌ها از آنها انتخاب شده‌اند. Elliot میزان بیشتری از انفیلتراسیون چربی را در مولتی‌فیدوس بیماران مبتلا به Whiplash مشاهده کردند که بزرگ‌تر بودن سطح مقطع را در عضلات این بیماران می‌تواند توجیه کند. علاوه بر این سطح تصویربرداری در MRI و اولتراسونوگرافی کاملاً یکسان نیست و به تفاوت اندازه‌گیری می‌انجامد.

تاکنون مطالعه‌ای که ابعاد عضله Longus Collis را با اولتراسونوگرافی در افراد سالم و یا بیماران مبتلا به درد مزمن گردن مقایسه کرده باشد؛ انجام نشده است. لذا با توجه به اطلاعات نویسندگان مقاله و جستجوی کاملی که انجام شده؛ مطالعه حاضر در این موضوع اولین مطالعه می‌باشد. به همین دلیل امکان مقایسه نتایج با مطالعات مشابه در مورد عضله Longus Colli وجود نداشت.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که سطح مقطع عضله Longus Colli در بیماران مبتلا به درد مزمن گردن در مقایسه با افراد سالم کوچک‌تر و شکل آن بزرگ‌تر است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه برای اخذ درجه دکتری فیزیوتراپی بود. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از تمامی شرکت‌کنندگان در این مطالعه تشکر و قدردانی نمایند.

References

1. Picavet HSI, Van Ggils HWV, Schouten JSAG. Musculoskeletal complaints in the Dutch Population. 1st. The Netherlands: National Institute of Public Health and the Environment; 2000; pp: 16.
2. Falla D, Jull G, Rainoldi A, Merletti R. Neck flexor muscle fatigue is side specific in patients with unilateral neck pain. *Eur J Pain*. 2004 Feb;8(1):71-77.
3. Falla DL, Jull GA, Hodges 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):2108-2114.
4. Falla D. Unravelling the complexity of muscle impairment in chronic neck pain. *Man Ther*. 2004 Aug;9(3):125-133.
5. Jull G, Kristjansson E, Dall'Alba P. Impairment in the cervical flexors: a comparison of whiplash and insidious onset neck pain patients. *Man Ther*. 2004 May;9(2):89-94.
6. O'Leary S, Jull G, Kim M, Vicenzino B. Cranio-cervical flexor muscle impairment at maximal, moderate, and low loads is a feature of neck pain. *Man Ther*. 2007 Feb;12(1):34-39.
7. Rankin G, Stokes M, Newham DJ. Size and shape of the posterior neck muscles measured by ultrasound imaging: normal values in males and females of different ages. *Man Ther*. 2005 May;10(2):108-115.
8. Hides JA, Stokes MJ, Saide M, Jull GA, Cooper DH. Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994 Jan 15;19(2):165-172.
9. Fernández-de-las-Peñas C, Albert-Sanchis JC, Buil M, Benitez JC, Albuquerque-Sendin F. Cross-sectional area of cervical multifidus muscle in females with chronic bilateral neck pain compared to controls. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008 Apr;38(4):175-180.
10. Stokes M, Rankin G, Newham DJ. Ultrasound imaging of lumbar multifidus muscle: normal reference ranges for measurements and practical guidance on the technique. *Man Ther*. 2005 May;10(2):116-126.
11. Rezasoltani A, Kallinen M, Mäkiä E, Vihko V. Neck semispinalis capitis muscle size in sitting and prone positions measured by real-time ultrasonography. *Clin Rehabil*. 1998 Feb;12(1):36-44.
12. Rezasoltani A, Mäkiä E, Vihko V. Neck muscle ultrasonography of male weight-lifters, wrestlers and controls. *Scand J Med Sci Sports*. 1999 Aug;9(4):214-218.
13. Javanshir K, Mohseni-Bandpei MA, Rezasoltani A, Amiri M, Rahgozar M. Ultrasonography of longus colli muscle: A reliability study on healthy subjects and patients with chronic neck pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. Article in Press. doi:10.1016/j.jbmt.2009.07.005
14. Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996 Dec 1;21(23):2763-2769.
15. Schuenke M, Schults M, Schumacher U. THIEME Atlas of anatomy. 1st. New York: Thieme. 2006; p:356.
16. Mayoux-Benhamou MA, Revel M, Vallee C. Selective electromyography of dorsal neck muscles in humans. *Exp Brain Res*. 1997 Feb;113(2):353-360.
17. Cagnie B, Derese E, Vandamme L, Verstraete K, Cambier D, Danneels L. Validity and reliability of ultrasonography for the longus colli in asymptomatic subjects *Man Ther*. 2009 Aug;14(4):421-426.
18. Kristjansson E. Reliability of ultrasonography for the cervical multifidus muscle in asymptomatic and symptomatic subjects. *Man Ther*. 2004 May;9(2):83-88.
19. Elliott J, Jull G, Noteboom JT, Galloway G. MRI study of the cross-sectional area for the cervical extensor musculature in patients with persistent whiplash associated disorders (WAD). *Man Ther*. 2008 Jun;13(3):258-265.