

رابطه فعالیت الکتروموگرافی و تغییر ضخامت عضلات دیواره طرفی شکم در حین انقباض عضلات کف لگن در زنان سالم

مطهره هاشم بروجردی^{۱*}، امیرمسعود عرب^۲، نورالدین کریمی^۳

چکیده

هدف: این مطالعه با هدف بررسی رابطه بین روش الکتروموگرافی سطحی و سونوگرافی برای تعیین سطح فعالیت عضلات شکم در طی انقباض عضلات کف لگن در افراد سالم انجام شده است.

روش بررسی: در این مطالعه ۱۵ زن سالم شرکت داشتند. انقباض عضلات شکم (عضله عرضی، مایل داخلی و مایل خارجی) ثبت همزمان الکتروموگرافی سطحی و سونوگرافی عضلات شکم (عضله عرضی، مایل داخلی و مایل خارجی) صورت گرفته است. از ضریب همبستگی درون گروهی و میزان خطای استاندارد به منظور بررسی تکرار پذیری نسبی و مطلق الکتروموگرافی و سونوگرافی استفاده شد. همچنین از ضریب همبستگی پیرسون جهت تحلیل رابطه بین الکتروموگرافی و سونوگرافی استفاده شده است.

یافته‌ها: نتایج آزمون بیانگر تکرارپذیری بالای الکتروموگرافی سطحی و نیز سونوگرافی، جهت ثبت فعالیت عضلات شکم در حین انقباض عضلات کف لگن بوده است. گرچه افزایش فعالیت الکتروموگرافی و تغییر ضخامت در عضلات عرضی و مایل داخلی و خارجی شکم در هنگام انقباض عضلات کف لگن دیده شده است، اما از نظر آماری ارتباط معناداری بین حداکثر فعالیت الکتروموگرافی عضلات عرضی و مایل خارجی شکم و حداکثر تغییر ضخامت ثبت شده توسط سونوگرافی در این عضلات مشاهده نشده است (ضریب عرضی: ضریب همبستگی $= 0/31$ ، $p = 0/10$ ؛ مایل خارجی: ضریب همبستگی $= 0/05$ ، $p = 0/81$) اما این ارتباط در مورد عضله مایل داخلی معنادار بود (ضریب همبستگی $= 0/38$ ، $p = 0/04$).

نتیجه‌گیری: الکتروموگرافی سطحی و سونوگرافی هردو روشی تکرارپذیر برای بررسی فعالیت عضلات شکم در حین انقباض عضلات کف لگن می‌باشند، اما نتایج بدست آمده از این دو روش قابل تعمیم به یکدیگر نبوده و ارتباط معنادار آماری میان آنها وجود ندارد.

کلید واژه‌ها: عضلات شکم، عضلات کف لگن، الکتروموگرافی، سونوگرافی

پذیرش مقاله: ۹۲/۱۲/۰۵

دریافت مقاله: ۹۲/۰۹/۱۸

- ۱- کارشناس ارشد فیزیوتراپی، گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۲- دانشیار گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۳- استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی

* آدرس نویسنده مسئول:

تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده توانبخشی، گروه فیزیوتراپی

* تلفن: ۰۲۱-۲۳۶۲۲۷۳

* رایانامه: moti.hb@gmail.com

مقدمه

فعالیت عضلات شکم برخوردار می‌باشدند.

در مطالعات انجام شده به منظور بررسی فعالیت عضلات اغلب یکی از دو روش الکترومیوگرافی یا سونوگرافی مورد استفاده قرار گرفته و مطالعات محدودی به بررسی همزمان و مقایسه‌ای آنها پرداخته است (۱۳، ۱۴). بر اساس این مطالعات در انقباضاتی با شدت پایین (۲۰-۳۰ درصد حداقل انقباض ارادی عضله) تغییرات کم در فعالیت الکتریکی عضله موجب تغییرات زیادی در ساختار مکانیکی عضله می‌شود اما با افزایش شدت انقباض، تغییرات ساختاری عضله نسبت به فعالیت الکتریکی عضله کمتر می‌شود. تا جایی که بررسی‌های ما نشان داده هیچ مطالعه‌ای به بررسی همزمان الکترومیوگرافی و سونوگرافی عضلات شکم در حین انقباض عضلات کف لگن پرداخته است. در این مطالعه ابتدا تکرار پذیری آزمونگر در انجام الکترومیوگرافی و سونوگرافی عضلات شکم در حین انقباض عضلات کف لگن بررسی شده، سپس به مقایسه‌ی داده‌های بدست آمده از دوروش الکترومیوگرافی و سونوگرافی پرداخته شده است.

در این مطالعه بمنظور بررسی تکرار پذیری آزمون‌ها، ابتدا فعالیت عضلات شکم در ۱۲ فرد سالم در هنگام انقباض عضلات کف لگن توسط الکترومیوگرافی و سونوگرافی در آزمونی مجزا مورد بررسی قرار گرفت. سپس در آزمون اصلی ۱۵ زن سالم مورد مطالعه‌ی همزمان الکترومیوگرافی و سونوگرافی عضلات شکم در حین انقباض عضلات کف لگن قرار گرفتند. دامنه سنی افراد ۱۸ تا ۳۲ سال و میانگین ۲۴/۲ بوده است. افراد برای ورود به مطالعه بعد از آشنازی با روند آزمون و تکمیل فرم رضایت‌نامه به منظور تکمیل پرسشنامه مورد معاینه قرار می‌گرفتند. همچنین در صورت هرگونه سابقه جراحی در ناحیه شکم یا ستون فقرات، اختلال در کنترل ادرار و مدفوع، سابقه بیماری عصبی-عضلانی، بیماری سیستمیک مانند رماتیسم، شاخص توده بدنی بالای ۲۹ و سابقه‌ی ورزش حرفة‌ای و یا بارداری در حین آزمون از مطالعه حذف می‌شوند. ضمن اینکه افراد در هنگام ورود به مطالعه هیچگونه شکایتی از درد کمر در طول یک سال گذشته و نیز هیچ سابقه‌ای از کمردرد که بیشتر از ۳ ماه طول کشیده باشد یا کمردردهایی که حالت رفت و برگشت‌های مکرر داشته باشد را نداشتند (۴).

در این تحقیق از دستگاه الکترومیوگرافی کینزیولوژیک تله‌متري "ام تی ۸" ساخت شرکت مای "انگلیس استفاده شده است. این دستگاه دارای یک واحد انتقال دهنده اطلاعات و یک واحد دریافت کننده و سیستم پلی آمپلی فایری با بهره‌ی ۴۰۰۰ است.

در مطالعات مختلف اغلب از ابزار و روش‌های گوناگونی، جهت بررسی و اندازه‌گیری فعالیت عضلات استفاده می‌شود. الکترومیوگرافی سطحی و سونوگرافی از جمله روش‌های متداول جهت اندازه‌گیری فعالیت عضلات محسوب می‌شوند. در سالهای اخیر در مطالعات فیزیوتراپی، از روش‌های مذکور بطور گستره‌ای برای بررسی فعالیت عضلات دیواره شکمی استفاده شده است. به طور کلی تکنیک‌های الکتروفیزیولوژیک امکان دسترسی به اطلاعات مربوط به فعالیتهای عصبی-عضلانی را فراهم می‌آورند. در الکترومیوگرافی سطحی، پتانسیل الکتریکی حاصل از انقباض عضلات از سطح پوست جمع آوری و ثبت می‌شود، که درواقع این پتانسیل خلاصه‌ای از فعالیت الکتریکی تعداد وسیعی از واحدهای حرکتی می‌باشد. در صورت انجام صحیح مراحل استاندارد کردن داده‌ها، الکترومیوگرافی سطحی از قابلیت اطمینان پذیری قابل قبولی برخوردار بوده و روشی غیرتهاجمی، آسان و نسبتاً ارزان برای ارزیابی فعالیت عضلات محسوب می‌شود (۱، ۲). سونوگرافی نیز به عنوان روشی غیرتهاجمی و معتبر جهت اندازه‌گیری سطح مقطع و ضخامت عضلات گوناگون شناخته شده است، که امکان بررسی مستقیم عضلات را در هر لحظه برای آزمونگر فراهم می‌کند (۳-۷).

مطالعات زیادی به بررسی الگوهای مختلف حرکتی و فعالیت همزمان گروه‌های عضلانی پرداخته اند (۱، ۵، ۶، ۱۰). نظریه‌ی همزمانی عمل بین عضلات کف لگن و عضلات تحتانی شکم اولین بار توسط کگل^۱ مطرح شد. اما مطالعات اولیه در زمینه فعالیت همزمان این دو گروه از عضلات توسط بو^۲ و همکارانش صورت گرفت که در آن انقباض همزمان عضلات شکم در هنگام انقباض عضلات کف لگن نشان داده شد (۸). مطالعات متعدد صوت گرفته در افراد سالم نشان می‌دهد که در هنگام انقباض عضلات کف لگن، عضلات شکم به طور همزمان وارد عمل می‌شوند. در این میان، بیشترین فعالیت در دو عضله عرضی شکم و مایل داخلي گزارش شده است (۹-۱۱). همچنین افزایش فعالیت عضلات کف لگن با انقباض ارادی عضلات شکم نیز مشاهده شده که میزان این افزایش در عضلات کف لگن با افزایش در فعالیت عضلات شکم مرتبط بوده است (۱۲).

در حیطه فیزیوتراپی تغییر در ضخامت عضلات شکم توسط سونوگرافی و میزان شدت فعالیت الکترومیوگرافی سطحی به عنوان معیاری جهت بررسی عملکرد این عضلات محسوب می‌شود. براساس مطالعات مختلف هر دو ابزار الکترومیوگرافی و سونوگرافی از قابلیت اطمینان پذیری قابل قبولی جهت بررسی

است. برای عضلات عرضی شکم و مورب داخلی، الکتروودها سانتی متر درجهت داخل و پایین خار خاصره قدامی - فوکانی قرار می گرفتند که الکتروود پایین تر برای ثبت از عضله عرضی و الکتروود بالایی برای عضله مایل داخلی در نظر گرفته شده بود. همچنین برای عضله مورب خارجی، الکتروود بالای خار خاصره قدامی - فوکانی در وسط خطی که ستیغ ایلیوم را به دندنهای وصل می کند قرار داده می شد (۱۵، ۱۰، ۴).

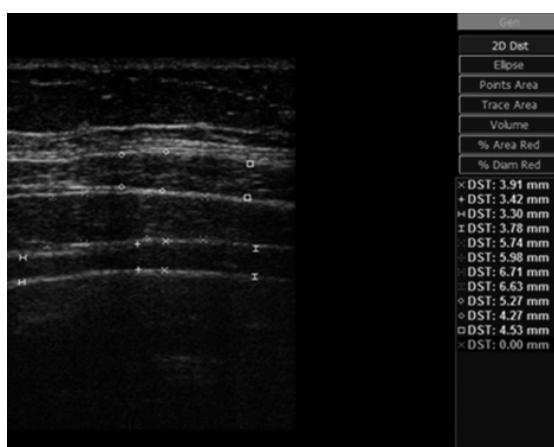
در این مطالعه از فرکانس نمونه گیری ۱۰۰۰ هرتز و پهنهای گذراز فیلتر ۵۰۰-۶ هرتز استفاده شد. ثبت الکترومیوگرافی با روش دوقطبی با استفاده از الکترودهای سطحی نقره- کلرید نقره که با فاصله ۱/۵ تا ۲ سانتی متر از یکدیگر روی سمت راست نمونه‌ها قرار می‌گرفت صورت گرفت. برای کاهش دادن مقاومت پوست، بعد از اصلاح موهای زاید ناحیه مربوطه، پوست توسط الكل تمیز شده والکترودگذاری مطابق شکل^۱ شماره ۱ انجام شده



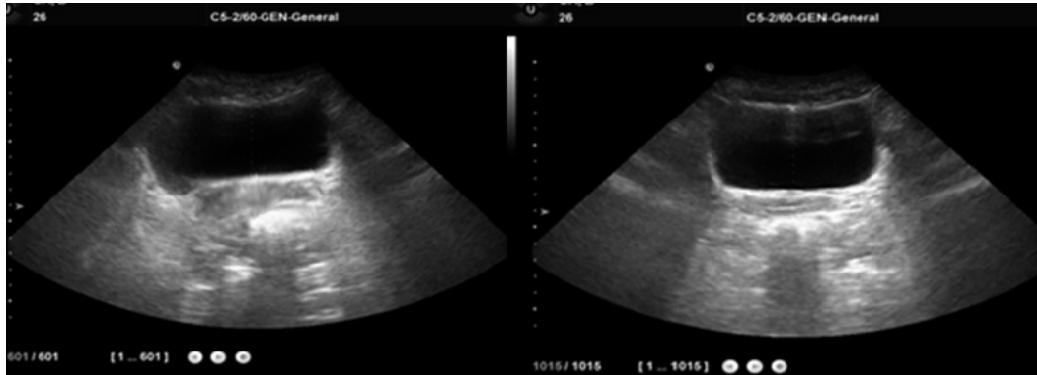
شكل ١- محل الكترود-گذاري، محل پرورب سونو خطى، محل پرورب سونو هلالى

روی محل مذکور قرار می‌دادیم. ضخامت عضلات عرضی شکم و مایل داخلی و خارجی در صفحه مانیتور سونوگرافی بعد از ثابت کردن تصویر به آسانی قابل اندازه‌گیری بود (شکل شماره ۲). در این مطالعه برای اطمینان از درستی انقباض، از سونوگرافی قاعده مثانه برای کنترل و مشاهده‌ی بالا رفتن قاعده مثانه در حین انقباض عضلات کف لگن استفاده شده است (۱۷) (شکل شماره ۳). این دستگاه سونوگرافی دارای یک پرورب هلالی شکل بود که به طور عرضی و کمی مایل و متمایل به پایین روی صفحه میانی هم سطح سوپرایسک ۲ قرار مگفت (شکل شماره ۱).

دستگاه اولترا سونوگرافی استفاده شده در این مطالعه التراسوئنیک - ای ۱۵۰ ساخت کشور کانادا با اپلیکاتور خطی ۷/۵ مگاهرتز نوع ببی بود، که توسط آن امکان ثبت تصویر از عضله در لحظه‌ای که بیشترین تغییر ضخامت اتفاق افتاده فراهم می‌شد. برای مشاهده و ارزیابی عضله عرضی شکم، مایل داخلی و مایل خارجی توسط سونوگرافی، ابتدا ۲/۵ سانتیمتر به طرف جلوی خط میانی اگزیلاری که بین لبه ستیغ ایلیاک و آخرین دندنه کشیده شده است را علامت گذاری کرد، سپس پرورب دستگاه را آخسته به ژل نموده و در استانای، فیس‌های، عضلاتن، بصورت عمده و بدون اعمال فشار



شکل ۲. تصویر سونوگرافی و روش اندازه گیری ضخامت عضلات دیواره شکم



شکل ۳- تصاویر سونوگ افیک قاعده مثانه قبل (راست) و بعد (چپ) از انقباض عضلات کف لگن

همچنین برای جلوگیری از تیلت خلفی لگن و یا فعالیت بیش از حد عضله عرضی با تواندن شکم به جای انقباض عضلات کف لگن، از دستگاه بیوفیدبک فشاری استفاده شد(۲۲). این دستگاه از یک کیسه پر شده از هوای فشرده و یک قسمت غیر استیک تشکیل شده که بین بدن و سطح تخت قرار گرفته و برای بازخورد فشار در وضعیت‌های مختلف استفاده می‌شود. تغییرات فشار با جابجایی عقربه نشانگر روی صفحه‌ی مدرج قابل تشخیص بود و قبل از شروع آزمون، نحوه انقباض صحیح عضلات کف لگن توسط آزمونگر به افراد آموزش داده می‌شد. به این منظور همزمان با سونوگرافی قاعده مثانه از فرد خواسته می‌شد که جلوی ادرار خود را بگیرد. شرکت کننده قادر به دیدن تصویر نمایشگر نبوده و فقط آزمونگر برای اطمینان از درستی انقباض از آن بهره می‌گرفت. در صورتی که فرد بعد از چند بار تمرین، قادر به بالا آوردن صحیح قاعده مثانه در هنگام انقباض عضلات کف لگن نبود از مطالعه حذف می‌شد.

شرکت کنندگان به حالت طاقباز با زانوهای ۹۰ درجه خم دراز کشیده و کیسه‌ی بیوفیدبک فشاری در محدوده مهره سوم تا مهره پنجم کمری جای می‌گرفت. بیوفیدبک فشاری تا اندازه‌ای که گودی کمر را پر کند ولی کمر را به بالا فشار ندهد پر می‌شد. درین آزمون از انجام هرگونه تغییر فشار در بیوفیدبک فشاری که نشان دهنده تیلت بی اضافه لگن حین انقباض عضلات کف لگن بود جلوگیری می‌شد. بعد از الکتروودگزاری و قرارگرفتن پروب دستگاه سونوگرافی در محل مناسب به همان صورتی که توپسیح داده شد، فرد حداقل انقباض عضلات کف لگن را انجام داده و برای ۴ ثانیه انقباض را نگه می‌داشت. این انقباض با فاصله‌ی استراحت ۱۰ ثانیه سه بار تکرار می‌شد. در حین انقباض عضلات کف لگن، همزمان با ثبت فعالیت الکتروموگرافی، سونوگرافی عضلات شکم نیز در حال انجام بود. ابتدا ضخامت عضلات



از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف^۱ برای بررسی پراکندگی نرمال داده‌ها (۶) استفاده شد. جهت تعیین تکرار پذیری نسبی و مطلق به ترتیب از محاسبه ضریب همبستگی درون گروهی و میزان خطای استاندارد استفاده شد. همچنین به منظور بررسی ارتباط بین متغیرهای حداکثر شدت الکترومیوگرافی و تغییر ضخامت در سونوگرافی عضلات شکم هنگام انقباض عضلات کف لگن از آزمون ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف بیانگر توزیع نرمال متغیرهای قد(p=۰/۸۵)، وزن(p=۰/۱۴)، سن(p=۰/۴۱)

جدول ۱. داده‌های تکرار پذیری الکترومیوگرافی و سونوگرافی عضلات شکم

SEM	ICC	مورب داخلی		مورب خارجی		عرضی شکم	
		SEM	ICC	SEM	ICC	SEM	ICC
۰/۰۲	۰/۸۴	۰/۰۱	۰/۷۷	۰/۰۴	۰/۹۶	الکترومیوگرافی	
۰/۰۳	۰/۹۸	۰/۳۲	۰/۸۸	۰/۰۱	۰/۸۸	سونوگرافی	

مربوطه نرمالیز شده و تغییر ضخامت عضلات شکم در هنگام انقباض عضلات کف لگن بر حسب میلی متر در جدول شماره ۲ آورده شده است. نتایج آزمون ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که از نظر آماری ارتباط معنی دار قوی میان فعالیت الکترومیوگرافی عضلات عرضی شکم و مایل خارجی و داخلی و تغییر ضخامت این عضلات در سونوگرافی وجود ندارد (جدول ۳).

اندازه گیری ضخامت عضلات دیواره قدامی طرفی شکم نیز نشان داد که روش سونوگرافی نوع بی، برای عضلات عرضی و مایل داخلی شکم دارای تکرار پذیری بالا و برای عضله مایل خارجی از تکرار پذیری بسیار بالایی (بالای ۰/۹۰) برخوردار است. اطلاعات مربوط به الکترومیوگرافی، شامل حداکثر شدت ثبت شده از فعالیت عضلات شکمی که بر حداکثر انقباض داوطلبانه عضلات

جدول ۲: داده‌های حاصل از ثبت فعالیت الکترومیوگرافی و تغییر ضخامت عضلات شکم در حین انقباض عضلات کف لگن

KS	سطح آزمون	عضله	متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
۰/۱۳	۰/۸	الکترومیوگرافی (%نرمالیز)	عرضی شکمی	۰/۴۱	۰/۴۱	۱/۶۵	۰/۸
۰/۵۱	-۷	سونوگرافی (میلی متر)	سونوگرافی	۰/۶۹	۵/۱	۱۷/۳	-۷
۰/۹۶	۰/۰۴	الکترومیوگرافی (%نرمالیز)	مايل داخلی	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۵	۰/۰۴
۰/۷۴	-۱۵/۶	سونوگرافی (میلی متر)	سونوگرافی	۱/۱۸	۵/۲	۲۵/۶	-۱۵/۶
۰/۹۵	۰/۰۷	الکترومیوگرافی (%نرمالیز)	مايل خارجي	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۴۱	۰/۰۷
۰/۴۱	-۱۴/۶	سونوگرافی (میلی متر)	مايل خارجي	۱/۰۲	۲/۱	۲۰/۴	-۱۴/۶

جدول ۳- ضریب همبستگی میان تغییرات ضخامت در سونوگرافی و شدت فعالیت الکترومیوگرافی

عضله	ضریب همبستگی	p-value	ضریب همبستگی
عرضی شکمی	۰/۳۱	۰/۱۰	عرضی شکمی
مايل داخلی	۰/۳۸	۰/۰۵	مايل داخلی
مايل خارجي	۰/۰۵	۰/۸۱	مايل خارجي

پجھ

ناتایج تکرار پذیری این آزمون با مطالعات الکترومیوگرافی (۱۶، ۲۱-۲۸) مشابه که در گذشته انجام شده در سونوگرافی (۶) و سونوگرافی و سونوگرافی نوع "بی" را به همانگی بوده و الکترومیوگرافی و سونوگرافی عنوان روشهای غیر تهاجمی و تکرار پذیر جهت بررسی فعالیت عضلات شکم در حین انقباض عضلات کف لگن معرفی می‌کند. این فرض وجود دارد که عضلات شکم با فعالیت همزمان عضلات کف لگن در انتقال نیرو از تنہ و افزایش فشار داخل شکمی و ایجاد تنفس در فاسیای سینه‌ای-کمری مشارکت دارد. در این مطالعه افزایش فعالیت عضلات شکم در حین انقباض عضلات کف لگن همانطور که در مطالعات گذشته گزارش شده بود، توسط هردو روش به اثبات رسید. این نتایج دلیلی بر وجود الگوی هم انقباضی بین عضلات کف لگن و دیواره شکم می‌باشد. مطالعات مختلفی افزایش فعالیت الکترومیوگرافی و تغییر ضخامت عضلات شکم را در حین انقباض عضلات کف لگن اعلام کرده‌اند که با نتایج بدست آمده در این مطالعه همانگی داشته است (۲۲، ۱۰، ۲۴). در این مطالعه عضله مایل خارجی کمترین فعالیت الکترومیوگرافی و همچنین کمترین تغییر ضخامت را نسبت به عضلات دیگر شکم نشان داده که این موضوع با نتایج حاصل از مطالعاتی که نقش ثبات دهنده‌گی کمتری برای عضله مایل خارجی قائل هستند مطابقت دارد (۲۳). این نتایج به شناخت بیشتر الگوی همزمانی فعالیت عضلات شکم و عضلات کف لگن کمک می‌کنند. در مطالعه‌ای که روی ۹ فرد سالم انجام شده بود، تغییر ضخامت عضله عرضی شکم معادل با شاخص فعالیت الکترومیوگرافی این عضله معرفی شد (۱۲) در حالیکه در مطالعه‌ای حاضر ارتباط معناداری میان

نتیجہ گیری

با توجه به نتایج بدست آمده در مطالعه‌ی حاضر می‌توان گفت علی رغم معتبر بودن هر دو روش الکترومیوگرافی و سونوگرافی برای اندازه‌گیری فعالیت عضلات شکم، شاید لازم باشد در هنگام بررسی فعالیت عضلات با احتیاط بیشتری نتایج حاصل از سونوگرافی را به الکترومیوگرافی تعمیم دهیم.

تشک و قدردانی

گروه تحقیق، نهایت سپاس و قدردانی خود را از اساتید و همکاران دپارتمان فیزیوتراپی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی و کلیه داوطلبانی که با شرکت خود در مطالعه ما را در پیشبرد این تحقیق پاری نمودند اعلام می‌نماید.



- 1.Thompson JA, O Sullivan PB, Briffa K, Neumann P. Altered muscle activation patterns in symptomatic women during pelvic floor muscle contraction and Valsalva manouevre. *Neurorol Urodyn* 2006; 25: 268–76
- 2.Yang JF, Winter DA. Electromyography reliability in maximal and submaximal isometric contractions. *Arch Phys Med Rehabil*1983; 64:417–20.
- 3.Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD, Gandevia SC. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging.*Muscle Nerve*.2003; 27:682–692
- 4.Nourbakhsh MR, Arab AM. Relationship between mechanical factors and incidence of low back pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2002; 32:447–60.
- 5.Arab A M , Rasouli O, Amiri M , Tahan N.Reliability of ultrasound measurement of automatic activity of the abdominal muscle in participants with and without chronic low back pain. *Chiropractic & Manual Therapies* 2013, 21:37
- 6.Arab A M , Chehrehzai M. Co-Activation of the abdominal and pelvic floor muscles in women with and without stress urinary incontinence using ultrasound imaging. *Neurology and Urodynamics* 2011, 30:117–120
- 7.Vera-Garcia FJ, Elvira JLL, Brown SHM, McGill SM. Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. *JElectromyogr Kinesiol*. 2007; 17(5):556-67
- 8.Bo K, Larsen S, Oseid S. Knowledge about ability to correct pelvic floor muscle exercises in women with urinary stress incontinence. *NeurorolUrodyn* 1988, 7:261-2
- 9.Sapsford R, Hodges P, Richardson C, Cooper D, Markwell S. Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. *Neurology and Urodynamics* 2001(20):31-42.
- 10.Neumann P, Gill V. Pelvic floor and abdominal muscle interaction: EMGactivityandintra-abdominalpressure. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction* 2002; 13:125–32.
- 11.Madill SJ, McLean L. Relationship between abdominal and pelvic floor muscle activation and intra vaginal pressure during pelvic floor muscle contraction in healthy continent women. *NeuroolUrodyn* 2006; 25:722-30
- 12.Junginger B, Baessler K, Sapsford R, Hodges P.W. Effect of abdominal and pelvic floor tasks on muscle activity, abdominal pressure and bladder neck. *The International Urogynecological Association* 2009
- 13.McMeeken J.M, Beith I.D , Newham D.J, Milligan P, Critchley D.J. The relationship between EMG and change in thickness of transversus abdominis Clinical Biomechanics.2004;19: 337.
- 14.Hodges P.W, Pengel L.H.M, Herbert R.D, and. Gandevia S.C. Measurement of muscles contraction with ultrasound imagine. *Muscle Nerve*. 2003 Jun; 27(6):682-92.
- 15.Stéphanie J, Madill SJ, McLean L. Quantification of abdominal and pelvic floor muscle synergies in response to voluntary pelvic floor muscle contractions. *Electromyogr Kinesiol*. 2008; 18(6):955-64
- 16.Marshall P, Murphy B. The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2003; 13(5):477-89
- 17.Thompson JA, O'Sullivan PB, Briffa NK, Neumann P. Comparison of transperineal and transabdominal ultrasound in the assessment of voluntary pelvic floor muscle contractions and functional manoeuvres in continent and incontinent women. *International Urogynecology Journal*andPelvic FloorDysfunction2007; 18:779–86.
- 18.Norasteh A, Ebrahimi E, Salavati M, Rafiei J, Abbasnejad E. Reliability of B-mode ultrasonography for abdominal muscles in asymptomatic and patients with acute low back pain. *J of Bodywork and Movement Therapy*.2007; 11(10):17-20 14
- 19.Costa LOP, Maher CG, Latimer J, Smeets RJEM. Reproducibility of rehabilitative ultrasound imaging for the measurement of abdominal muscle activity: a systematic review. *Physical therapy*. 2009;89(8):756
20. Chona SC, Chang KY,You SH. Effect of the abdominal draw-in manoeuvre in combination with ankle dorsiflexion in strengthening the transverse abdominal muscle in healthy young adults: A preliminary, randomised, controlled study. *Physiotherapy* 2010; 96:130-6.
- 21.Arab A, Bazaz R. Assessment of pelvic floor muscle function in women with and without low back pain using transabdominal ultrasound. *Journal of Manual therapy* xxx 2010, 1–5.
- 22.Tahan N, Arab AM, Vaseghi B, Khademi KH. Electromyographic evaluation of abdominal-muscle function with and without concomitant pelvic floor muscle contraction. *Journal of Sport Rehabilitation (JRS)* 2013, 22, 108 – 114
- 23.Stéphanie J, McLean L. Relationship between abdominal and pelvic floor muscle activation and intravaginal pressure during pelvic floor muscle contractions in healthy continent women. *Neurology and Urodynamics* (2006)25:722-730
- 24.Brown SHM, McGill SM. A comparison of ultrasound and electromyography measures of force and activation to examine the mechanics of abdominal wall contraction *Clinical Biomechanics* 2010; 25(2):115-23.