

مقایسه الگوی فعالیت عضله راست‌کننده ستون فقرات در حین عمل پایین گذاشتن بار قبل و بعد از حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر در افراد با سابقه کمردرد و افراد سالم

*هلاکو محسنی فر^۱، اسماعیل ابراهیمی^۲، مهیار صلواتی^۲، نادر معروفی^۲

چکیده

هدف: مقایسه پدیده فلکسیون ریلکساسیون در عضله راست‌کننده ستون فقرات در حین عمل پایین گذاشتن بار قبل و بعد از حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر در افراد با سابقه کمردرد و افراد سالم هدف این مطالعه است. روش بررسی: در این مطالعه تجربی و مداخله ای، ۱۵ فرد با سابقه کمردرد با نمونه‌گیری ساده و در دسترس و ۱۵ فرد سالم با روش جورکردن با بیماران انتخاب و فعالیت عضله راست‌کننده ستون فقرات آنها توسط الکترومیوگرافی سطحی و میزان فلکسیون تنه توسط الکتروگونئومتر اندازه‌گیری و ثبت شد. افراد مورد مطالعه عمل بار برداشتن و پایین گذاشتن بار را در شرایط بدون وزنه و با وزنه انجام می‌دادند. سپس حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر به مدت ۷ دقیقه انجام شده و مجدداً عمل بار برداشتن و پایین گذاشتن بار تکرار می‌شد. قطع فعالیت عضله راست‌کننده ستون فقرات در حین عمل پایین گذاشتن بار یا پدیده فلکسیون ریلکساسیون قبل و بعد از حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر در شرایط بدون وزنه و با وزنه در دو گروه مقایسه و با استفاده از آزمون آماری تحلیل واریانس سه طرفه مختلط برای بررسی اثر متقابل وضعیت در بار در گروه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: مطابق نتایج حاصل اثر متقابل وضعیت در بار ($P=0/120$) و گروه در بار ($P=0/365$) معنادار نبود، ولی اثر گروه در وضعیت معنادار بود ($P<0/001$)، به‌گونه‌ای که تأثیر حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر در گروه با سابقه کمردرد معنادار بود ($P<0/001$)، ولی در افراد سالم معنادار نبود ($P=0/468$)، در افراد با سابقه کمردرد پدیده فلکسیون ریلکساسیون بعد از حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر، نسبت به قبل از آن دیرتر رخ می‌داد.

نتیجه‌گیری: در افراد با سابقه کمردرد، پدیده فلکسیون ریلکساسیون بعد از حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر، دیرتر از قبل از حفظ وضعیت مذکور اتفاق می‌افتد، در حالی که در افراد سالم تفاوتی بین قبل و بعد از حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر نیست.

کلید واژه‌ها: پدیده فلکسیون ریلکساسیون / پایین گذاشتن بار / کمردرد / عضله راست‌کننده

ستون فقرات

- ۱- دانشجوی دکتری فیزیوتراپی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۲- دکتری فیزیوتراپی، استاد دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران
- ۳- دکتری فیزیوتراپی، دانشیار دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۴- دکتری فیزیوتراپی، استادیار دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۱۲/۲۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۷/۱۰/۰۱

* آدرس نویسنده مسئول:

تهران، اوین، بلوار دانشجو، بن بست کودکان، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، گروه فیزیوتراپی

تلفن: ۲۲۱۸۰۰۳۹

*E-mail: mohsenifar_pt@yahoo.com



بسیاری از کمردردها به مشاغلی مربوط می‌شود که در آنها عمل بار برداشتن و پایین گذاشتن بار وجود دارد. به همین خاطر عمل بار برداشتن و پایین گذاشتن بار به عنوان یکی از عوامل بروز کمردرد یا تشدید کننده علائم کمردرد مورد اهمیت قرار گرفته است. با این حال، علت بروز کمردرد به دلیل بار برداشتن و پایین گذاشتن بار به درستی شناخته نشده است (۱). همچنین در حین خم شدن به سمت جلو یا پایین گذاشتن بار، فعالیت عضلات پشت در نقطه‌ای بحرانی، جایی که مفاصل فاست و تنش لیگامان‌های خلفی و فاسیا تنه را حمایت می‌کند، متوقف می‌شود. این رخداد یعنی پدیده فلکسیون ریلکساسیون^۱ به عنوان انتقال از کنترل دینامیک عضلات به کنترل پاسیو لیگامانی تعریف می‌شود. در افراد مبتلا به کمردرد پدیده فلکسیون ریلکساسیون دیرتر اتفاق می‌افتد که به معنای فعالیت بیشتر عضلات در افراد مبتلا به کمردرد در مقایسه با افراد سالم می‌باشد. علی‌رغم این که عضلات یکی از بخش‌های مهم ایجادکننده ثبات ستون فقرات هستند، ولی می‌توانند با گشتاوری که تولید می‌کنند، سبب ایجاد فشار در ستون مهره‌ای گردند (۲). از طرف دیگر عملکرد ستون فقرات به وسیله فعالیت مشخص قبلی طرح‌ریزی می‌شود که تحت عنوان "حافظه ستون فقرات"^۲ نام برده می‌شود. حافظه ستون فقرات این گونه اتفاق می‌افتد که میزان بارگذاری را میزان آب دیسک (اندازه دیسک و موقعیت دیسک) تعیین می‌کند، که این مسئله به نوبه خود سبب تغییر طول استراحت لیگامان، تحرک مفصل، سفتی و پخش بار می‌گردد. همانند تمرینات مکنزی که معتقد است تمرینات اکستانسیون غیرفعال کمر سبب جابجایی قدامی دیسک شده و فشار را از روی ساختارهای خلفی بر می‌دارد که این مسئله بعد از انجام تمرینات نیز باقی می‌ماند (۳). همچنین در بعضی مشاغل همانند پرستاری و باغبانی مشاهده می‌شود که این افراد عمل بار برداشتن را بعد از حفظ وضعیت فلکسیون کمر انجام می‌دهند که می‌تواند سبب بروز کمردرد گردد. مطالعات همه‌گیرشناسی نشان می‌دهد که عمل بار برداشتن و پایین گذاشتن بار بعد از حفظ وضعیت فلکسیون کمر سبب عوارض کمر می‌شود، اما مطالعات آزمایشگاهی که روندهای فیزیولوژی و بیومکانیکی این مسئله را بررسی کنند اندک است (۳).

بنابراین بررسی تأثیر حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون بر پدیده فلکسیون ریلکساسیون عضلات راست‌کننده ستون مهره‌ای در حین پایین گذاشتن بار در افراد با سابقه کمردرد می‌تواند در مورد علل ایجاد کمردرد همانند عمل بار برداشتن و سپس پایین گذاشتن آن بار بعد از

حفظ وضعیت فلکسیون کمر کمک کننده باشد. همچنین بعضی از تمرینات فیزیوتراپی همانند تمرینات ویلیامز، تمرینات فلکسوری هستند، بنابراین بررسی الگوی فعالیت عضلات پشتی می‌تواند اطلاعات پایه‌ای در مورد این تمرینات بدهد.

روش بررسی

روش بررسی در این تحقیق به صورت تجربی از نوع مورد - شاهده^۳ و از نوع سه عاملی مختلط^۴ بود. نمونه‌های گروه آزمون شامل ۱۵ نفر دارای سابقه کمردرد در محدوده سنی ۲۰ تا ۴۵ سال با شاخص توده بدن^۵ زیر ۲۸ کیلوگرم بر مترمربع بود که به صورت نمونه‌گیری در دسترس^۶ از کلینیک‌های ارتوپدی و فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی ایران انتخاب شدند. همچنین ۱۵ فرد سالم که به روش جور کردن^۷ با گروه بیماران در شاخص‌هایی نظیر سن، شاخص توده بدن و پوسچر کمر انتخاب شده بودند، گروه کنترل را تشکیل می‌دادند.

معیارهای انتخاب یا ورود^۸ به بررسی برای گروه آزمون شامل سابقه کمردرد در محدوده مهره اول کمری تا چین‌های سرینی^۹ و عدم وجود درد تیرکشنده در مسیر عصب سیاتیک یا سایر اعصاب اندام تحتانی بود. همچنین در عکس رادیوگرافی ستون مهره‌ای کمری نباید تغییرات پاتولوژیک غیر طبیعی مشاهده می‌شد (۴). نوع کمردرد از نوع کمردرد غیر اختصاصی مزمن بوده است، به گونه‌ای که افراد می‌بایست حداقل ۶ ماه قبل از ورود به آزمایش ۳ بار درد دوره‌ای و تکرار شونده می‌داشتند. افراد داخل شونده در آزمایش، به علت وجود عمل بار برداشتن و پایین گذاشتن بار، حداقل ۲ هفته قبل از آزمایش هیچ گونه کمردردی را نباید گزارش می‌کردند. معیارهای انتخاب برای گروه شاهد، عدم وجود درد کمر حداقل برای مدت یک سال و عدم وجود درد کمر که سبب مرخصی، استراحت یا استفاده از دارو شده باشد، بود.

در جلسه اول بعد از توضیح کافی در مورد نحوه انجام آزمون‌ها و گرفتن رضایت نامه‌کتابی از افراد مورد مطالعه، آشناسازی افراد در مورد نحوه بار برداشتن و پایین گذاشتن بار و قرار گرفتن در وضعیت‌های طولانی مدت فلکسیون کمر صورت گرفته و نحوه انجام کار برای افراد توضیح داده می‌شد. برای بررسی فعالیت عضلات از الکترومیوگرافی سطحی^{۱۰} استفاده شد. عضله مورد بررسی عضله راست‌کننده

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1- Flexion relaxation response | 2- Spinal memory |
| 3- Experimental case control | 4- 3 way mixed ANOVA |
| 5- Body Mass Index (BMI) | 6- Accessible population |
| 7- Matching | 8- Inclusive criteria |
| 9- Gluteal | 10- Surface Electromyography |



می‌کرد (۷). برای تکرارپذیری اندازه‌های به دست آمده توسط یک آزمونگر، آزمون‌ها در یک نمونه ۷ نفری از افراد سالم و افراد با سابقه کمردرد، یک هفته بعد از آزمون دو باره تکرار شد و ضریب همبستگی نسبی ۸۵ درصد برای افراد سالم و ۸۲ درصد برای افراد با سابقه کمردرد بدست آمد که نشان‌دهنده همبستگی بالا می‌باشد. فعالیت الکترومیوگرافی به صورت Raw EMG ثبت شده، سپس سیگنالها یک سو^۲ و یکپارچه^۳ می‌شد. خاتمه فعالیت الکترومیوگرافی عضله به میزان ۳ برابر انحراف معیار نسبت به میانگین فعالیت الکترومیوگرافی عضله در حالت استراحت با پنجره زمانی ۲۰۰ میلی ثانیه در نظر گرفته شد (۸). زمانی که خاتمه فعالیت الکترومیوگرافی رخ می‌داد، محاسبه و سپس زاویه‌ای که خاتمه فعالیت الکترومیوگرافی اتفاق افتاده است ثبت می‌شد. زاویه مذکور به کل زاویه فلکسیون تنه تقسیم و درصد فلکسیون تنه محاسبه می‌شد.

متغیرهای مستقل عبارت بودند از گروه (سالم و با سابقه کمردرد)، بار (بدون وزنه و با وزنه) و حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر (قبل و بعد) و متغیر وابسته عبارت بود از پدیده فلکسیون ریلکساسیون بر حسب درصد زاویه خمیدگی تنه. داده‌های حاصل با استفاده از آزمون تحلیل واریانس سه طرفه مختلط برای بررسی اثر متقابل وضعیت در بار در گروه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

در جدول (۱) شاخص‌های دموگرافیک مدنظر قرار گرفته در دو گروه ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بین دو گروه اختلاف معناداری از نظر سن و شاخص توده بدنی وجود ندارد.

جدول ۱- مقایسه میانگین سن و شاخص توده بدنی در دو گروه

متغیر	افراد سالم		افراد دارای کمردرد	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
سن	۳۲/۴۵	۴/۷۵	۳۳/۱۷	۵/۰۰۴
شاخص توده بدنی	۲۵/۱۷	۲/۸۶	۲۶/۳۲	۳/۳۷

نتایج آزمون تحلیل واریانس سه طرفه مختلط برای بررسی پدیده فلکسیون ریلکساسیون عضله راست کننده فقرات کمری در حین عمل پایین گذاشتن بار در جدول (۲) آورده شده است.

مهره‌های کمر بود. الکتروگذاری مناسب برای عضله مورد بررسی توسط محقق و با توجه به منابع موجود (۶، ۵) و همچنین توسط انقباض‌های ایزوله و مشاهده همزمان حرکات ناشی از فعالیت عضله و الگوهای فعالیت الکترومیوگرافی آنها انجام گرفت. محل الکتروگذاری با محلول آب و الکل شستشو و لایه‌های مرده پوست توسط سمباده نرم برداشته می‌شد. این محل حدود ۴ سانتی متر خارج خط وسط ستون فقرات در سطح مهره‌های سوم و چهارم کمری قرار داشت. برای بررسی زاویه خمیدگی تنه از الکتروگونیومتر استفاده شد. به همین منظور از دو دستگاه الکتروگونیومتر برای ثبت زاویه حرکتی تنه و زاویه حرکتی بین ران و ایلیم استفاده شد. حسگرهای الکتروگونیومتر در سمت خارج آخرین دنده قفسه سینه، ستیج ایلیم و تروکانتر بزرگ قرار داده شده و هر دو دستگاه به دو کانال الکترومیوگرافی وصل می‌شد تا حرکت تنه با فعالیت الکترومیوگرافی عضلات همزمان شود. دو نوع بار برای انجام آزمایش انتخاب شده و ترتیب عمل بار برداشتن و پایین گذاشتن بار با وزنه یا بدون وزنه به طور تصادفی انجام می‌شد. فاصله مرکز ثقل بدن تا مرکز جسم ثابت در نظر گرفته می‌شد. نوع بار برداشتن از نوع استوپ^۱ و متقارن بوده و میزان ارتفاع بلندکردن وزنه تا ناحیه کمر بود. سپس فرد عمل پایین گذاشتن وزنه را انجام می‌داد. عمل بار برداشتن و پایین گذاشتن بار به مراحل زیر تقسیم می‌شد. ۱- مرحله ایستادن قائم برای عمل بار برداشتن که ۳ ثانیه طول می‌کشید. ۲- مرحله خم شدن برای عمل بار برداشتن که ۳ ثانیه طول می‌کشید. ۳- مرحله حفظ وضعیت خم شدن و بار برداشتن که ۳ ثانیه طول می‌کشید. ۴- بلندکردن وزنه و برگشت به وضعیت ایستاده قائم که ۳ ثانیه طول می‌کشید. ۵- پایین گذاشتن وزنه که ۳ ثانیه طول می‌کشید. ۶- گذاشتن بار بر روی زمین و حفظ آن وضعیت به مدت ۳ ثانیه. ۷- برگشت به وضعیت قائم با دستهای خالی که ۳ ثانیه طول می‌کشید. بنابراین کل ۷ مرحله حدود ۲۱ ثانیه به طول می‌انجامید. قبل از انجام آزمایش اصلی سرعت بار برداشتن و پایین گذاشتن بار به وسیله زمان سنج به افراد مورد مطالعه آموزش داده شده و در آزمایش اصلی زمان بار برداشتن و پایین گذاشتن بار، به وسیله زمان سنج توسط محقق برای تمام افراد، یکسان در نظر گرفته شد. پس از این مرحله افراد برای حفظ وضعیت فلکسیون کمر آماده می‌شدند. در این مرحله نیز فاصله مرکز ثقل بدن تا مرکز جسم ثابت در نظر گرفته شد. به منظور حفظ وضعیت فلکسیون کمر به مدت ۷ دقیقه، فرد بر روی زمین می‌نشست، زانوهایش را خم می‌کرد (در حدود ۹۰ تا ۱۲۰ درجه) و رانهایش را خم کرده و چرخش خارجی می‌داد تا کف هر دو پا با هم در تماس باشند، سپس فرد ستون فقرات را تا حداکثر دامنه خم

1- Stoop Lifting

2- Rectification

3- Integrated



وضعیت فلکسیون در افراد سالم مورد بررسی قرار گرفته بود. بنابراین می‌توان دیرتر شدن پدیده فلکسیون ریلکسسیون را نمود فعالیت عضلات راست‌کننده مهره‌ها در افراد مبتلا به کمردرد و شاید این وضعیت را وضعیت نامطلوب از جهت میزان بار وارده به ستون فقرات کمری در نظر گرفت، یا اینکه این وضعیت را وضعیت تطابقی با مشکل بیومکانیکی ایجاد شده در افراد کمردردی در نظر گرفت (۱۰). در افراد با سابقه کمردرد، بعد از حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر، پدیده فلکسیون ریلکسسیون دیرتر می‌شود. بنابراین وضعیت طولانی مدت فلکسیون کمر در جهت فعالیت عضلات راست‌کننده ستون فقرات به سمت افراد کمردردی نمود پیدا می‌کند. حفظ وضعیت طولانی مدت فلکسیون کمر، سبب ایجاد تأثیرات بیومکانیکی بر ساختارهای بافتی همانند لیگامان و عضله می‌شود. دیرتر شدن پدیده فلکسیون ریلکسسیون به معنای فعالیت بیشتر عضلات در دامنه بیشتری از فلکسیون ستون فقرات کمری است. حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر در افراد با سابقه کمردرد، احتمالاً سبب ایجاد کریپ در ساختار لیگامانی و تغییر رفتار بیومکانیکی لیگامان می‌گردد (۷)، بنابراین در حین عمل پایین گذاشتن بار کنترل برای جبران نقص در کنترل لیگامانی وارد عمل می‌شود. ایجاد تغییر در الگوی عضلانی افراد با سابقه کمردرد و عدم ایجاد تغییر الگوی عضلانی در افراد سالم احتمالاً می‌تواند به دلیل تفاوت ساختاری لیگامان‌ها و عضلات در این دو گروه باشد، به‌گونه‌ای که الگوی فعالیت عضلانی یا پدیده فلکسیون ریلکسسیون قبل و بعد از حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر در افراد سالم تفاوت معنادار نداشته، اما در افراد با سابقه کمردرد تفاوت معنادار است. بنابراین ساختارهای لیگامانی و عضلانی افراد با سابقه کمردرد به‌گونه‌ای بوده است که به مداخله انجام شده سریع پاسخ داده است ولی در افراد سالم چنین نبوده است.

نتیجه‌گیری

الگوی فعالیت عضلات راست‌کننده مهره‌ها در حین پایین گذاشتن بار در افراد سالم و افراد با سابقه کمردرد متفاوت است. فلکسیون طولانی مدت کمر سبب افزایش زاویه پدیده فلکسیون ریلکسسیون در افراد با سابقه کمردرد می‌شود. بنابراین عمل بار برداشتن و پایین گذاشتن بار بعد از حفظ وضعیت طولانی مدت فلکسیون کمر می‌تواند سبب فعالیت بیشتر عضلات راست‌کننده فقرات کمری حین پایین گذاشتن بار و افزایش بار وارده به ستون مهره‌ای کمری در افراد با سابقه کمردرد شود. حفظ وضعیت طولانی مدت فلکسیون کمر در

جدول ۲- نتایج آزمون تحلیل واریانس سه طرفه آمیخته پدیده فلکسیون ریلکسسیون عضله راست‌کننده ستون فقرات در حین عمل پایین گذاشتن بار (۲ گروه * ۲ بار * ۲ وضعیت)

منبع تغییرات	آماره اف	مقدار احتمال
گروه	۱۶۲/۶۷	<۰/۰۰۱
بار	۴/۹۵	۰/۰۳۴
وضعیت	۵۱/۱۱	<۰/۰۰۱
گروه * بار	۰/۸۴	۰/۳۶۵
گروه * وضعیت	۳۶/۳۱	<۰/۰۰۱
وضعیت * بار	۲/۵۶	۰/۱۲۰
گروه * بار * وضعیت	۱/۲۰	۰/۲۸۲

نتایج حاصل از تحلیل واریانس نشان داد که اثرات متقابل گروه * بار * وضعیت (P=۰/۲۸۲)، گروه در بار (P=۰/۳۶۵) و بار در وضعیت (P=۰/۱۲۰) از نظر آماری معنادار نیست (جدول ۲)، اما اثر متقابل گروه در وضعیت معنادار است (P<۰/۰۰۱) (جدول ۲). اثر خالص ساده گروه * وضعیت نشان داد که تأثیر وضعیت در افراد گروه با سابقه کمردرد معنادار است (P<۰/۰۰۱)، به‌گونه‌ای که پدیده فلکسیون ریلکسسیون بعد از حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر در افراد با سابقه کمردرد دیرتر از وضعیت عادی یا نوترال اتفاق می‌افتد (جدول ۳).

جدول ۳- اثر خالص ساده گروه * وضعیت بر پدیده فلکسیون ریلکسسیون عضله راست‌کننده ستون فقرات

گروه	وضعیت (I)	وضعیت (II)	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	مقدار احتمال
سالم	قبل از فلکسیون	بعد از فلکسیون	-۰/۱۹	۰/۲۶	۰/۴۶۸
سابقه کمردرد	قبل از فلکسیون	بعد از فلکسیون	-۱/۹۲	۰/۲۶	<۰/۰۰۱

بحث

در این مطالعه مشاهده شد که پدیده فلکسیون ریلکسسیون حین عمل پایین گذاشتن بار بعد از حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر در افراد با سابقه کمردرد، نسبت به قبل از حفظ وضعیت مذکور دیرتر رخ می‌دهد، اما در افراد سالم تفاوت معناداری در پدیده فلکسیون ریلکسسیون بین قبل و بعد از حفظ طولانی مدت وضعیت فلکسیون کمر وجود ندارد. مطالعات قبلی نیز با نتایج ما همخوانی دارد (۹-۱۳)، اگرچه در این مطالعات پدیده فلکسیون ریلکسسیون در افراد کمردردی و بدون بررسی تأثیر وزنه انجام شده و همچنین پدیده فلکسیون ریلکسسیون بعد از حفظ طولانی مدت



تشکر و قدردانی

این مطالعه در آزمایشگاه بیومکانیک دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران انجام شد. لذا بدینوسیله سپاس و قدردانی از آن مجموعه را اعلام می‌دارد. همچنین از مهندس محمد علی سنجری عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی ایران برای راهنمایی‌های مفید و مؤثر در این مطالعه کمال تشکر را دارد.

بعضی مشاغل وجود دارد که می‌تواند سبب تغییر در فعالیت عضلانی کمر گردد. اجتناب از حفظ طولانی مدت وضعیت‌های طولانی کمر می‌تواند در پیشگیری از بروز کمردردها مؤثر باشد. همچنین بعضی تمرینات درمانی برای کمردرد در وضعیت فلکسیون کمری انجام می‌شود که می‌توان تأثیر این تمرینات را روی پدیده فلکسیون ریلکسسیون بررسی کرد.

منابع:

- 1- Rudy TE, Boston JR, Lieber SJ, Kubinski JA, Stacey BR. Body motion during repetitive isodynamic lifting: a comparative study of normal subjects and low-back pain patients. *Pain* 2003; 105(1-2): 319-26
- 2- Bronner S. Functional rehabilitation of the spine: the lumbopelvis as a key point of control. Evaluation treatment and outcomes functional movement in orthopaedic and sports physical therapy. First Ed. Churchill Livingstone. The United State of America. 1997, PP:141-190
- 3- McGill SM. Normal and injury mechanics of the lumbar spine. *Low back disorders*. First Ed. Human kinetics. 2002; 87-136
- 4- Lebouf- Yde C. et al. How common is low back pain in the Nordic population? *Spine* 1996; 21(13): 1518-26
- 5- Dickey JP, McNorton S, Potvin J. Repeated spinal flexion modulates the flexion- relaxation phenomenon. *Clinical biomechanics* 2003; 18: 783-789
- 6- Lehman GJ, Story S, Mabee R. Influence of static lumbar flexion on the trunk muscles response to sudden arm movements. *Chiropr osteopat*. 2005; 23: 13-23
- 7- Solomonow M, Baratta RV, Banks A, Freudenberger C, Zhou BH. Flexion-relaxation response to static lumbar flexion in males and females. *Clinical biomechanics* 2003;18(4): 273-9
- 8- Osullivan P, Dankaerts W, Burnet A, et al. Evaluation of the flexion relaxation phenomenon of the trunk muscles in sitting. *Spine* 2006; 31(17): 2009-2016
- 9- Nouwen A, Van Akkerveeken PF, Versloot JM. Patterns of muscular activity in patients with chronic low back pain. *Spine* 1987; 12: 777-782
- 10- Paquet N, Malouin F, Richards CL. Hip-spine movement interaction and muscle activation patterns during sagittal trunk movements in low back pain patients. *Spine* 1987; 19: 596-603
- 11- Ahern DK, Hannon DJ, Goreczny AJ, et al. Correlation of chronic low back pain behavior and muscle function examination of the flexion relaxation response. *Spine* 1990; 15: 92-95
- 12- Twomey L, Taylor J. Flexion creep deformation and hysteresis in the lumbar vertebral column. *Spine* 1982; 7: 116-122
- 13- Solomonow M, Zhou B, Baratta RV, Zhu M, Lu Y. Neuromuscular disorders associated with static lumbar flexion: a feline model. *Journal of electromyography and kinesiology* 2002; 12(2): 81-90