# بررسی پاسخ فلکشن ریلکسیشن عضله ارکتور اسپاین کمری در خانمهایی با انعطاف‌پذیری مختلف تنه

دکتر سعید طالبیان مقدم[۱] فهیمه هاشمی راد[۲]، دکتر غلامرضا علیایی[۳]، دکتر سقراط فقیه زاده[۴]

[۱]دانشیار دانشکده توانبخشی ، دانشگاه علوم پزشکی تهران

[۲] دانشکده توانبخشی ، دانشگاه علوم پزشکی تهران

[۳]استاد دانشکده توانبخشی ، دانشگاه علوم پزشکی تهران

[۴]استاد دانشگاه علوم پزشکی تربیت مدرس

**چکیده**

**زمینه و هدف** : مطالعات کلینیکی و بیومکانیکی زیادی نشان داد که عضلات اکستنسور کمری در حین خم شدن به سمت جلو از وضعیت ایستاده دچارکاهش فعالیت میوالکتریک می شوند. هدف ازانجام این مطالعه بررسی ارتباط بین انعطاف پذیری تنه و پاسخ فلکشن‌ـریلکسیشن عضله ارکتور اسپاین کمری بود.

**روش بررسی** : این مطالعه بر روی ۳۰ خانم سالم که بر اساس انعطاف پذیری تنه که از طریق تست Toe Touch انجام شد به سه گروه (انعطاف پذیری کم، نرمال و انعطاف پذیری بالا ) تقسیم شدند. EMG سطحی عضله ارکتور اسپاین کمری در حین خم و راست شدن به سمت جلو بطور همزمان با حرکت ثبت شد و زاویه تنه، هیپ و لومبار در زمان شروع و خاتمه فلکشن ـ ریلکسیشن محاسبه شد. از آزمون One Way Anova برای بررسی تفاوت زوایای مورد نظر در گروه های مختلف استفاده شد.

**یافته ها**: افرادی با انعطاف پذیری بیشتر در حین خم شدن به سمت جلو در زوایای بیشتری عضله ارکتور اسپاین آنها ریلکس می شد و در هنگام بلند شدن نیز در زوایای ابتدایی تری دوباره وارد عمل می شد ($P<۰۰۱$) . با استفاده ازهمبستگی پیرسون میزان ارتباط بین زوایا در هنگام خم شدن کامل بررسی شد که نشان داد ارتباط بسیار بالایی بین زاویه تنه و هیپ وجود دارد($P<۰۰۱$ ; $r =۰/۸۸$) در حالیکه هیچ ارتباط خطی بین زاویه تنه و لومبار دیده نشد($P<۰/۳$ ؛ $r =۰/۱$ ).

**نتیجه گیری** : نتایج تحقیق نشان می دهد افرادی که انعطاف پذیری بیشتری در تنه دارند در حین فاز خم شدن در زوایای بیشتری از تنه و هیپ عضله ارکتور اسپاین آنها ریلکس می شود و در هنگام بلند شدن نیز در زوایای ابتدایی تری عضله آنها دوباره وارد عمل می‌شود که دلیل بیومکانیکی این رخداد در تفاوت بافتهای لیگامانی و پاسیو افراد با انعطاف پذیری مختلف است که می تواند بر روی الگوی فعالیت بافتهای اکتیو موثر باشد.

**واژگان کلیدی**: فلکشن، ریلکسیشن، انعطاف پذیری، ارکتور اسپاین، الکترو میوگرافی.

تاریخ وصول مقاله: مرداد۱۳۸۵ تاریخ پذیرش مقاله :آبان ۱۳۸۵

**نویسنده مسئول**: دا نشیار گروه آموزشی فیزیوتراپی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران talebian@sina.tums.ac.ir

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-25 ]

**مقدمه**

ثبات ستون فقرات حاصل عملکرد سه سیستم اکتیو، پاسیو و نورال می باشد (۲،۱). در طی یک حرکت دینامیکی مانند خم شدن به سمت جلو نیز عملکرد هماهنگ این سه سیستم ضروری است تا ثبات حفظ شود (۳). مطالعات کلینیکی و بیومکانیکی زیادی نشان داد که عضلات اکستنسور کمری در حین خم شدن به سمت جلو از وضعیت ایستاده دچار کاهش فعالیت میوالکتریک می شوند Floyd وSilver در سال ۱۹۵۱ برای اولین بار اصطلاح فلکشن-ریلکسیشن را برای این پدیده بکار بردند و علت آن‌را وارد عمل شدن المان های پاسیو خلفی ستون فقرات بخصوص لیگامان‌های خلفی و دیسکهای بین مهره‌ای گزارش کردند (۵،۴). مکانیسمی که برای کاهش فعالیت عضلات ارکتور اسپاین پیشنهاد می‌شود این است که در حین خم شدن تحریک رسپتورهای کششی موجود در بافتهای دیسکولیگامانی بصورت یک مکانیسم رفلکسی عمل کرده و باعث مهار عضله ارکتور اسپاین می شود (۶). برای فهم پدیده فلکشن ـ ریلکسیشن از نقطه نظر بیومکانیکی و کلینیکی ضروری است ، سهم سیستم عضلانی ارکتور اسپاین و سیستم بافتهای پاسیو مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به نقش سیستم پاسیو در ثبات ستون فقرات سئوالی که پیش می آید این است که آیا تفاوت در سیستم پاسیو در افرادی با انعطاف پذیری مختلف تنه بر روی الگوی فعالیت عضله ارکتور اسپاین در حین خم و راست شدن موثر خواهد بود .

بامرورمطالعات انجام شده درتاریخ فلکشن-ریلکسیشن تحقیقی یافت نشد که الگوی فعالیت عضله ارکتور اسپاین را در افرادی با انعطاف پذیری مختلف تنه در حین حرکت دینامیک فلکشن ـ اکستنشن بررسی کرده باشد. تنها تحقیقی که اثر انعطاف پذیری تنه را بر روی پاسخ فلکشن ـ ریلکسیشن مورد مطالعه قرار داده بود در سال ۲۰۰۳ توسط Shin انجام شد. وی فعالیت عضلات را در حالت‌های مختلف استاتیک شامل ترکیب زوایای تنه و زانو در سه گروه از افراد که بر اساس تست Toe touch گروه‌بندی شده بودند در دو حالت بدون لود ولود ۵۰٪ MVC مورد مطالعه قرار داد. Shin در واقع تقابل بین بافت اکتیو و پاسیو را با قرار گرفتن اشخاص در یک پوسچر خاص به مدت ۳ ثانیه بررسی کرد (۷). در حالیکه در مطالعه حاضر تقابل بین بافت اکتیو و پاسیو در طی یک حرکت دینامیک مورد بررسی قرار گرفت لذا هدف از انجام این تحقیق این بود که بررسی کند آیا ارتباطی بین انعطاف پذیری افراد و الگوی فعالیت عضله ارکتور اسپاین در حین حرکت دینامیک فلکشن ـ اکستنشن وجود دارد.

## روش بررسی

انتخاب افراد: این مطالعه بر روی ۳۰ خانم بالغ سالم بدون داشتن درد یا اختلال مشخص در ستون فقرات انجام شد که به صورت داوطلبانه از میان دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی تهران انتخاب شدند.
طرح تحقیق: تحقیق حاضر از نوع مشاهده ای بود ثبت EMG : برای ثبت فعالیت الکترومیوگرافی عضله از دستگاه EMG چهار کانال Medelec مدل Premiere باخصوصیات،Gain(100µv/Div, weep:(1sec/Div) Bandpass filter (20 -500Hz) استفاده شد .

پوست در فاصله $cm$ ۴-۳ از زائده خاری مهره L3 در سمت چپ با الکل تمیز شده والکترودهای سطحی دیسکی شکل مربوط به ثبت EMG (از نوع Ag/Ag-Cl) به موازات فیبرهای ارکتور اسپاین کمری در این محل چسبانده می شدند. الکترود فعال در راستای L3 و الکترود غیر فعال به فاصله $cm$ ۲/۵- ۲ پایینتر از آن به موازات فیبرهای عضله قرار می گرفت. الکترود مربوط به زمین نیز به مچ دست چپ بسته می‌شد. بعد از قرارگیری شخص در جایگاه مربوط به



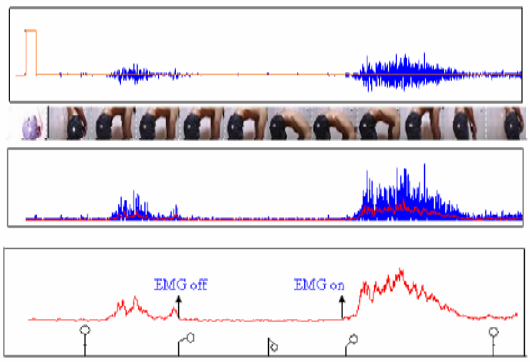
[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-25 ]

خود، دستگاه از لحاظ درستی ثبت سیگنال و طبیعی بودن امپدانس پوستی درحد کمتراز ۵ $k\Omega$ تست می‌شد.

**ثبت حرکت** : برای ثبت حرکت از دوربین فیلمبرداری J VC GZ-MG50AS با خصوصیت یک مگاپیکسل و فرکانس ۲۵هرتز استفاده شد. دوربین با فاصله یک متر از شخص در سطح ساژیتال به موازات سطح کمری تنظیم می شد. برای مشخص کردن زوایای تنه ،هیپ و لومباراز سه مارکر در لاترال بدن در سمت چپ استفاده شد که به ترتیب بر روی قسمت تحتانی آخرین دنده، لاترال ایلیوم وتروکانتر بزرگ قرار می‌گرفتند (۸) و برای ایجاد همزمانی بین سیگنال EMG و حرکت از یک مداری استفاده شد که شامل یک کلید دو طرفه بود. با زدن این کلید در یک زمان هر دو سیستم تریگر می شد. اطلاعات مربوط به حرکت فرد و ثبت سیگنال بطور همزمان توسط یک برد۱۲A/Dبیتی جهت بررسی و پردازش ذخیره می شد.

روش کار: ابتدا نحوه آزمایش به افراد توضیح داده می‌شد سپس شخص رضایتنامه و پرسشنامه مربوطه را پر می کرد. افراد براساس انعطاف‌پذیری کلی بدن که از طریق تست Toe Touch انجام می شد به سه گروه تقسیم بندی شدند در گروه انعطاف پذیزی بالا ۱۲ نفر (بیشتر از ۵- سانتیمتر)، در گروه نرمال ۱۲ نفر (بین۵- و۵+ سانتیمتر) و در گروه انعطاف‌پذیری پایین ۸ نفر (بیشتر از ۵ + سانتیمتر) قرار گرفتند. نحوه قرارگیری افرادبه‌سه گروه براساس تست Toe Touch بدین ترتیب بود که شخص بر روی یک چهارپایه۲۰ سانتیمتری قرار می گرفت چنانچه شخص نوک انگشتهایش به سطح پایین تر از چهارپایه می رسید آن را با علامت منفی و اگر بالاتر از چهارپایه قرار می‌گرفت با علامت مثبت نشان داده می‌شد (۹,۷).

بعد از کنترل دوربین و سیگنالEMG ، نحوه خم شدن به شخص آموزش داده می شد بدین ترتیب که دستها را در جلوی بدن بهم بگیرد پاها را به اندازه عرض شانه‌ها باز کند ومستقیم جلو را نگاه کرده و با سرعت دلخواه تا آنجاییکه می تواند به سمت جلو خم شود و خم شدن را در دامنه انتهایی به اندازه ۴ ثانیه نگه داشته سپس با همان سرعت دلخواه به وضعیت اول برگردد، سعی می شد افراد در محدوده زمانی ۱۲-۱۰ ثانیه تست را به پایان برسانند .افراد چند بار خم می‌شدند و بین هر سیکل برای جلوگیری از خستگی عضلات۲۰ ثانیه استراحت داده می شد و بهترین سیکل برای آنالیز انتخاب می شد. اطلاعات مربوط به حرکت فرد وثبت سیگنال بطور همزمان توسط یک برد ۱۲A/D بیتی جهت بررسی و پردازش ذخیره می شد .نحوه آنالیز اطلاعات: ثبت EMG گرفته شده بعد از زمان تریگر توسط نرم افزار ویژه آنالیز می‌شد. آنالیز EMG بدین صورت بود که ابتدا موج اصلی Rectify می شد سپسLinear Envelope با Time Constant پنجاه میلی سکند بر روی آن اعمال می شد، ماکزیمم آمپلی تود انقباض کانسنتریک محاسبه می شد و ۵٪ آن به عنوان آستانه در نظر گرفته می‌شد. در طی حرکت خم شدن به سمت جلو که عضله ارکتور اسپاین برای کنترل حرکت بصورت اکسنتریک وارد عمل می شود در هر لحظه‌ای که آمپلی‌تود به کمتر از سطح آستانه می‌رسید به عنوان شروع فلکشن ـ ریلکسیشن یا EMG off در نظر گرفته می شد و درحین اکستنشن درهرلحظه‌ای که آمپلی تود فعالیت عضله به بیشتر از سطح آستانه می‌رسید به عنوان EMG on در نظر گرفته می‌شد (۱۰).




***شکل ۱ : نحوه آنالیز EMG***

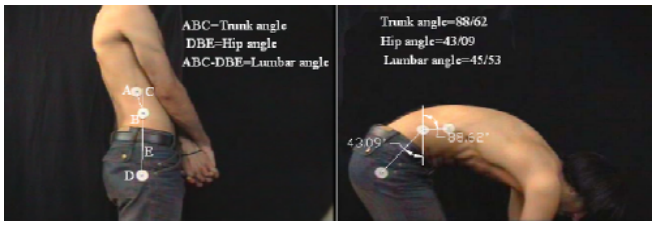


[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-25 ]

فیلم های گرفته شده از طریق برنامه نرم افزاری Ulead video stedio 7 از لحظه بعد از فلاش آنالیز می‌شد و فریم مربوط به لحظه EMG off و EMG on در فیلم پیدا می شد. فریم های بدست آمده توسط برنامه نرم افزاری Autocad 2006 آنالیز شده و زوایای تنه، هیپ و لومبار در فریم مربوط به EMG off و EMG on محاسبه می شد.

برای بدست آوردن زاویه شیب تنه، زاویه ما بین دو مارکر بالایی یعنی مارکر دنده و ایلیوم نسبت به خط عمودی که از ایلیاک کرست می گذشت محاسبه می شد و برای اندازه گیری زاویه هیپ، زاویه ما بین تروکانتر بزرگ و خط عمود فوق اندازه گیری می شد و برای بدست آوردن زاویه لومبار زاویه شیب تنه از زاویه هیپ کم می شد (۹) (شکل ۲ ).

اندازه گیری به صورت Relative انجام می‌شد بدین صورت که زوایای بدست آمده در فریم مربوطه نسبت به وضعیت اکستنشن شخص در فریم اول در نظر گرفته می شد.




***شکل۲ : روش اندازه گیری زوایا ی مورد نظر***

داده‌های مطالعه با نرم افزار SPSS تجزیه تحلیل شد برای بررسی توزیع نمونه‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده شد با توجه به نرمال بودن توزیع نمونه ها برای آنالیز داده‌ها One Way Anova و برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها از Tukey Post Hoc استفاده شدوبرای‌تعیین‌ارتباط‌بین‌متغیرها Pearson Correlation محاسبه شد .

## یافته ها

خصوصیات آنتروپومتریک افراد در گروههای مختلف در جدول ۱ آورده شده است. هیچ تفاوت معناداری از لحاظ خصوصیات آنتروپومتری بین افراد سه گروه وجود نداشت .

در زمان اکستنشن هیچ تفاوتی بین زوایای اندازه گیری شده بین افراد سه گروه وجود نداشت. در حالیکه در زمان فلکشن کامل بین زاویه تنه و هیپ در افراد گروه ۳ با ۲ و ۱ تفاوت معنادار وجود داشت ( P<۰/۰۰۱ ). بدین صورت که در افراد گروه ۳ زاویه تنه و هیپ نسبت به دو گروه دیگر بیشتر بود اما بین گروه ۱ و ۲ تفاوت معنادار وجود نداشت .

در زمان EMG off و EMG on تفاوت معناداری از لحاظ زوایای تنه و هیپ بین سه گروه وجود داشت (P<۰/۰۰۱). با استفاده از Post Hoc Tukey مشخص شد این تفاوت بین گروه ۳ با گروه ۱ و۲ وجود دارد در حالیکه بین گروه ۱ و۲ تفاوتی دیده نشد.

بدین ترتیب افرادی با انعطاف پذیری بیشتر در هنگام خم شدن در زوایای بیشتری از تنه و هیپ عضلاتشان ریلاکس می شود و در هنگام اکستنشن نیز در زوایای ابتدایی تری از تنه و هیپ نسبت به دو گروه دیگر عضلاتشان دوباره فعال می شود.

در مورد زاویه لومبار هیچ تفاوتی بین افراد سه گروه در زمان EMG off و EMG on دیده نشد. نتایج حاصل از آنالیز واریانس زوایای تنه ، هیپ و لومبار در جدول ۲ آورده شده است.

با استفاده از همبستگی پیرسون ارتباط بین متغیرها در حالت فلکشن کامل مورد بررسی قرار گرفت. بین زاویه تنه با هیپ ارتباط معنادار در حد بسیار بالا ( P<۰/۰۰۱؛ r=۰/۸۸ ) وجود داشت در حالیکه در این وضعیت بین زاویه تنه با لومبار هیچ ارتباط معناداری دیده نشد ( p<۰/۳ ؛ r =۰/۱ ).



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-25 ]

## نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان می دهد چنانچه انعطاف‌پذیری تنه در فراد ختلف راساس ست Toe Touch گروهبندی شود، عضله ارکتور اسپاین افرادی که انعطاف پذیری بیشتری دارند در حین خم شدن به سمت جلو در زوایای بیشتری از تنه و هیپ ریلکس می‌شود و در هنگام بلند شدن در زوایای ابتدایی تری از تنه و هیپ نسبت به دو گروه دیگر دوباره فعال می‌شود.

دلیل بیومکانیکی این رخداد در تفاوت بافتهای لیگامانی وپاسیو افراد با انعطاف پذیری مختلف است که می‌تواند بر روی الگوی فعالیت بافتهای اکتیو موثر باشد. فانکشن نرمال سیستم ثبات دهنده ستون فقرات باعث می شود سیستم این توانایی را داشته باشد که خود را با تغییرات ناشی از پوسچر و لودهای استاتیک و دینامیک هماهنگ کرده و ثبات کافی را برای ستون فقرات فراهم کند. برای رسیدن به چنین هدفی هر سه سیستم اکتیو، پاسیو و نورال باید وارد عمل شوند (۲،۱).

*جدول ۱: خصوصیات آنتروپومتریک افراد شرکت کننده*

| گروه | نوع انعطاف پذیری | تعداد | سن | قد( m ) | وزن (kg ) | BMI ($kg/m^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | کم | ۶ | ۲۲ ± ۳/۴ | ۱/۶۳ ± /۰۴۲ | ۵۲/۸± ۳/۹ | ۱۹/.۷ ± ۱/۹ |
| ۲ | نرمال | ۱۲ | ۲۳/۵ ± ۳/۶ | ۱/۶۱ ± ۰/۰۶ | ۵۸/۸۳± ۷/۱۷ | ۲۲/.۴ ± ۲/۴ |
| ۳ | زیاد | ۱۲ | ۲۱/۴ ± ۲/۹ | ۱/۶۲ ± ۰/۰۵۶ | ۵۴/۵۴ ± ۴/۷ | ۲۱/۴ ± ۲/۹ |

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-25 ]

***جدول ۲ : نتایج آنالیز واریانس یک طرفه زوایای اندازه گیری شده در چهار وضعیت در سه گروه***

| | | زاویه تنه | p-value | زاویه هیپ | p-value | زاویه لومبار | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EXT | گروه ۱ | ۱۲/۹±۹/۸ | | ۱۰/۷±۵/۵ | | ۲/۱±۹/۵ | ۰/۷۷۴ |
| | گروه ۲ | ۱۱/۵±۷/۲ | ۰/۸۹۷ | ۶/۹±۵/۱ | ۰/۲۱۷ | ۴/۶±۷/۵ | |
| | گروه۳ | ۱۲/۷±۶/۱ | | ۹/۲±۳/۳ | | ۳/۴±۴/۶ | |
| EMG off | گروه ۱ | ۱۰۴/۱۲±۷/۴ | | ۵۲/۵±۹/۹ | | ۵۲/۰۷±۳/۷ | ۰/۲۸۶ |
| | گروه ۲ | ۱۱۲/۴±۱۰/۶ | ۰/۰۰۰** | ۵۵/۳±۸/۷ | ۰/۰۰۰** | ۵۷/۰۴±۵/۴ | |
| | گروه۳ | ۱۳۴/۵±۱۳/۰۸ | | ۸۲/۶±۱۲/۴ | | ۵۱/۸±۱۱/۸ | |
| EMG on | گروه ۱ | ۹۲/۱۱±۷/۹ | | ۴۲/۵۲±۸/۲ | | /۵۹±۵/۰۹ | ۰/۸۵۶ |
| | گروه ۲ | ۹۵/۳±۱۲/۰۴ | ۰/۰۰۲** | ۴۳/۴۹±۸/۵ | ۰/۰۰۰** | ۴۹ | |
| | گروه۳ | ۱۱۶/۴±۱۹/۹ | | ۶۵/۴±۱۵/۵ | | ۵۱/۸±۵/۶ | |
| | | | | | | ۵۰/۹±۱۱ | |
| Full flx | گروه ۱ | | | ۵۲/۳±۱۰/۴ | | ۵۱/۹±۳/۸ | ۰/۳۱۸ |
| | گروه ۲ | ۱۰۴/۲±۷/۷ | | ۵۵/۸±۸/۶ | ۰/۰۰۰** | ۵۷/۱±۵/۴ | |
| | گروه۳ | ۱۱۲/۹±۱۰/۶ | ۰/۰۰۰** | ۸۳/۸±۱۲/۳ | | ۵۲/۳±۱۱/۸ | |
| | | ۱۳۶/۲±۱۳ | | | | | |

یافته دیگری که از این تحقیق بدست آمد این بود که بین زاویه تنه و هیپ در حین خم شدن به سمت جلو همبستگی بالایی وجود دارد در حالیکه بین زاویه تنه و لومبار همبستگی دیده نشد و این نشان می دهد سگمنتال موبیلیتی مهره ها به حرکت کلی تنه ارتباطی ندارد به همین دلیل افزایش دامنه حرکتی تنه و هیپ در هنگام خم شدن به سمت جلو الزاما به معنی افزایش میزان تغییرات ایجاد شده در ستون فقرات نیست.

فیدبک‌های نورولوژیک از ساختمانهای ویسکوالاستیک پاسیو اطلاعات حسی مورد نیاز برای تنظیم تنش عضله و درنتیجه ثبات مفصل را فراهم می‌کند. فانکشن سیستم حرکتی در ارتباط نزدیک با سیستم حسی می‌باشد و عملکرد درست آن وابسته به جریان دائمی اطلاعات

در افرادی با انعطاف‌پذیری بیشتر در ستون فقرات که لیگامانهای شل تری دارند عضلات در دامنه بیشتری فعال باقی می‌مانند تا ثبات را فراهم کنند.

در زمان اکستنشن هیچ تفاوتی بین زوایای اندازه‌گیری شده بین افراد سه گروه وجود نداشت. در زمان EMG off و EMG on افرادی با انعطاف پذیری ببیشتر در هنگام خم شدن در زوایای بیشتری از تنه و هیپ عضلاتشان ریلاکس می شد و در هنگام اکستنشن نیز در زوایای ابتدایی‌تری از تنه و هیپ نسبت به دو گروه دیگر عضلاتشان دوباره فعال می شد.



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-25 ]

در زمان فلکشن کامل زاویه تنه و هیپ در افرادی با انعطاف پذیری بالا نسبت به دو گروه دیگر ارتباط بسیار بالایی بین زاویه تنه و هیپ وجود داشت ($r= ۰/۸۸$ $P<۰/۰۰۱$)

در تحقیقی که توسط Kippers در سال ۱۹۸۷ انجام شد، ارتباط بین تست Fingertip – floor distance (FFD) یا همان Toe touch با زاویه پلویس و ستون فقرات در هنگام خم شدن تنه به سمت جلو بررسی شد، نتایج نشان داد تست Toe touch از تکرارپذیری بالایی برخوردار است اما در مورد بررسی اعتبار این تست برای اندازه گیری زوایای تنه ، هیپ و ورتبرال در هنگام فلکشن کامل نتایج نشان داد که این تست ارتباط بسیار بالایی با زاویه فلکشن تنه و هیپ دارد در حالیکه با ورتبرال فلکشن ارتباطی وجود نداشت(۹). نتایج مطالعه حاضر، نتایج Kippers را تایید می کند. در این مطالعه نیز بین تست Toe touch با زاویه تنه و هیپ ارتباط وجود داشت در حالیکه با زاویه لومبار ارتباطی دیده نشد. این یافته تایید می کند Toe touch تست مناسبی برای اندازه گیری زاویه لومبار نمی باشد در حالیکه می‌توان از آن برای اندازه‌گیری زاویه تنه و هیپ استفاده کرد.

**تشکر و قدردانی**:

این طرح با استفاده از بودجه اختصاصی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام پذیرفت. نویسنده لازم می دانند که از دانشگاه علوم پزشکی تهران برای حمایت مالی از این طرح تحقیقاتی تشکر نمایند.

بطور معناداری بیشتر بود. در هنگام خم شدن کامل

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-25 ]

**References:**


1. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine part I: function dysfunction adaptation and enhancement. J Spinal Disord, 1992; 5: 383–9.

2. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine part II: neutral zone and instability hypothesis. J Spinal Disord, 1992; 5: 390–6.

3. Kaigle AM, Wessberg P, Hansson TH. Muscular and kinematic behavior of the lumbar spine during flexion-extension. J Spinal Disord, 1998; 11: 163 -74.

4. Floyd WF, Silver PH. The function of the erectors spinae muscles in flexion of the trunk. J Physiol, 1951 Jan 20; 1(3): 133-134.

5. Floyd WF, Silver PH. The function of the erectors spinae in certain movements and postures in man. J Physiol, 1955 Jul 28; 129(1): 184-203.

6. Colloca CJ , Hinrichs RN. The biomechanical and clinical significance of the lumbar erector spinae flexion-relaxation phenomenon: a review of literature. J Manipulative Physiol Ther, 2005; 28(8): 623-31.

7. Shin G, Shu Y, Li Z, Jiang Z and Mirka G. Influence of knee angle and individual flexibility on the flexion-relaxation response of the low back musculature. J Electromyogr Kinesiol, 2004; 14(4): 485-94.

8. Solomonow M, Baratta RV, Banks A, Freudenberger C and Zhou BH. Flexion-relaxation response to static lumbar flexion in males and females. Clin Biomech (Bristol,Avon), 2003; 18(4): 273-9.

9. Kippers V, Parker AW. Toe-touch test a measure of its validity. Phys Ther. 1987; 67(11): 1680-1685.

10. Olson MW, Li L, Solomonow M. Flexion-relaxation response to cyclic lumbar flexion. Clin Biomech (Bristol,Avon), 2004; 19(8): 769-76.

11. Holm S, Indahl A, Solomonow M. Sensorimotor control of the spine. Journal of Electromyogr & Kinesiol, 2002; 12: 219–234.




[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-25 ]