





Comparison of Functional Movements in Female Students with Mild and Moderate Scoliosis

Nahid Allafan¹ , Reza Rajabi^{*2} , Shahnaz Shahrbanian^{3, 4} , Hooman Minoonejad⁵ 

1. PhD of Corrective Exercise, Department of Sport Medicine and Health, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Professor, Department of Sport Medicine and Health, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
3. Assistant Professor, Department of Sport Medicine and Health, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
4. Assistant professor, Department of Sport Rehabilitation, Faculty of Sport Science, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran
5. Associate Professor, Department of Sport Medicine and Health, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 2018.July.01

Revised: 2018. October.08

Accepted: 2018.November.10

Abstract

Background and Aim: Scoliosis is a complex and common deformity of the spine that affects the locomotor system. The purpose of the current study was to describe and compare functional movements in female students with mild and moderate scoliosis.

Materials and Methods: In the current study, we selected 45 Scoliotic females with a single curve in the thoracic spine. The degree of curvature and functional movements were assessed by photography and functional movement screen test, then participants were divided into two groups based on severity of curvature: mild scoliosis: 22 females with 16.05 ± 3.24 degree angle of curvature and moderate scoliosis: 23 females with 28.91 ± 5.79 degree of curvature. Data were analyzed using SPSS, version 20, and by running mann-Whitney U and Chi-square tests.

Results: The Functional movement scores were 14.00 ± 2.24 in mild scoliosis and 13.26 ± 2.00 in moderate scoliosis. The mann-Whitney U test results revealed that these scores did not differ significantly between the two groups ($U=0.142.00$, $P=0.184$). Also, chi-square test results revealed that there is no significant difference in the distribution of scores from zero to three between two groups for any of the movements ($P>0.05$).

Conclusion: According to the results, FMS score in the group with moderate scoliosis was less than that of mild scoliosis but this difference was not statistically significant.

Keywords: Scoliosis; Movement; Females; Students

Cite this article as: Nahid Allafan, Reza Rajabi, Shahnaz Shahrbanian, Hooman Minoonejad. Comparison of Functional movements in female students with mild and moderate scoliosis. J Rehab Med. 2019; 8(1): 177-187.

* **Corresponding Author:** Reza Rajabi. Professor, Department of Sport Medicine and Health, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
Email: rrajabi@ut.ac.ir

DOI: 10.22037/jrm.2018.111274.1878

مقایسه حرکات عملکردی در دانشجویان دختر مبتلا به اسکولیوز خفیف و متوسط

ناهید علافان^۱، رضا رجبی^{۲*}، شهناز شهربانیان^۳، هومن مینونزاده^۴

۱. دکتری تخصصی حرکات اصلاحی، گروه طب ورزشی و بهداشت، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. استاد، گروه طب ورزشی و بهداشت، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. استادیار، گروه طب ورزشی و بهداشت، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴. استادیار، گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۵. دانشیار، گروه طب ورزشی و بهداشت، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۷/۰۴/۱۰ بازنگری مقاله ۱۳۹۷/۰۷/۱۶ پذیرش مقاله ۱۳۹۷/۰۸/۱۹ *

چکیده

مقدمه و اهداف

اسکولیوز یکی از ناهنجاری‌های پیچیده و متداول ستون فقرات است که سیستم حرکتی انسان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. هدف از پژوهش حاضر توصیف و مقایسه حرکات عملکردی در دانشجویان دختر مبتلا به اسکولیوز خفیف و متوسط بود.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، ۴۵ دختر مبتلا به اسکولیوز با یک انحنا در ستون فقرات سینه‌ای انتخاب شدند. زاویه انحنا و حرکات عملکردی به ترتیب با فتوگرافی و آزمون غربالگری حرکات عملکردی ارزیابی شدند، سپس آزمودنی‌ها بر اساس شدت انحنا به دو گروه تقسیم شدند؛ اسکولیوز خفیف: ۲۲ دختر با انحنا $16/05 \pm 2/24$ درجه و اسکولیوز متوسط: ۲۳ دختر با انحنا $28/91 \pm 5/79$ درجه. داده‌ها از طریق نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ و با آزمون‌های یومن-وینتی و کای دو در سطح معناداری $P \leq 0/05$ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها

امتیاز آزمون غربالگری حرکات عملکردی در گروه خفیف $14 \pm 2/24$ و در گروه متوسط $13/26 \pm 2$ بود. نتایج آزمون یومن-وینتی نشان داد این امتیازات بین دو گروه تفاوت معناداری ندارد ($U=142, P=0/184$). نتایج آزمون کای دو نیز نشان داد نحوه توزیع امتیازات صفر تا سه بین دو گروه برای هیچ یک از حرکات تفاوت معناداری ندارد ($P > 0/05$).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج، امتیاز FMS در گروه مبتلا به اسکولیوز متوسط کمتر از اسکولیوز خفیف بود، اما این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود.

واژه‌های کلیدی

اسکولیوز؛ حرکت؛ دانشجویان؛ دختران

نویسنده مسئول: رضا رجبی، استاد، گروه طب ورزشی و بهداشت، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

آدرس الکترونیکی: rrajabi@ut.ac.ir

در دهه‌ی اخیر پژوهشگران توجه گسترده‌ای به کیفیت اجرای حرکات عملکردی دارند. همه افراد از ورزشکاران رقابتی و تفریحی، کارمندان و خانه‌دارها نیازمند اجرای حرکات عملکردی بدون محدودیت و درد هستند. محدودیت‌های عملکردی اغلب به دنبال آسیب‌ها و با افزایش سن، بیشتر می‌شود.^[۱] یکی دیگر از عواملی که الگوی حرکتی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، ناهنجاری‌های ستون فقرات است.^[۲، ۳] ستون فقرات، چهارچوب اسکلتی بدن را تشکیل می‌دهد که به همراه سر و لگن همانند پاندولی برعکس عمل می‌کند. این نهاد آناتومیکی قوی و متحرک است و با حفظ ثبات حین حرکت، نقش اساسی در تعادل بدن انسان ایفا می‌کند. هرگونه انحنای غیرطبیعی در این ساختار با تغییر مرکز ثقل بدن، باعث گسترش حرکات نامتقارن تنه و کاهش ثبات در گام‌برداری می‌شود.^[۴] سیستم حرکتی انسان منسجم است؛ لذا نقص در آن منجر به وضعیت‌های جبرانی و ایجاد مطابقت‌هایی در دیگر سیستم‌ها می‌شود. نقص در عملکرد، موجب تغییر در آرتروکینماتیک مفاصل، روابط جفت-نیرو، طول-تنش عضلات و تغییر در کارایی عصبی-عضلانی می‌شود؛ بنابراین تکرار الگوهای حرکتی غلط می‌تواند عامل تشدید این چرخه معیوب و در نتیجه ماندگاری ناهنجاری شود.^[۵]

اسکولیوز یکی از ناهنجاری‌های پیچیده^[۶] و متداول ستون فقرات است که بیشترین شیوع را در زنان دارد.^[۷، ۸] ویژگی اصلی این ناهنجاری، تغییرات سه‌بعدی راستای مهره‌ها در سه صفحه فرونتال، ساجیتال و هریزنتال است.^[۹، ۱۰] این تغییرات در ستون فقرات سینه‌ای، اسکولیوز سینه‌ای را پدید می‌آورد که به دلیل اتصال مهره‌های این ناحیه به دنده‌ها، می‌تواند عملکرد قلبی-عروقی و تنفسی را تحت تاثیر قرار دهد.^[۹، ۱۰] ناهنجاری اسکولیوز نه تنها نوعی پاتولوژی آناتومیکی، بلکه پاتولوژی فیزیولوژیکی نیز محسوب می‌شود، زیرا به دلیل نقص در سیستم‌های حسی-پیکری، وستیبولار و سفتی^۱ عضلانی، می‌تواند الگوی حرکتی را مختل نماید. فرد مبتلا به اسکولیوز توانایی ایستادن، راه رفتن، دویدن و پرش از روی مانع را دارد، اما حرکات اقتصادی نیستند. فرد زودتر خسته می‌شود، آهسته‌تر و با هماهنگی کمتر نسبت به افراد سالم عمل می‌کند.^[۴] در این رابطه Czaprowski و همکاران نشان دادند که شاخص حداکثر اکسیژن مصرفی به عنوان نشانگر ظرفیت عملکردی در افراد مبتلا به اسکولیوز متوسط کمتر از افراد سالم است که این تفاوت بین افراد مبتلا به اسکولیوز خفیف و افراد سالم مشاهده نشد.^[۱۱]

پژوهشگران زیادی به بررسی تغییر الگوی حرکتی راه رفتن در افراد مبتلا به اسکولیوز پرداختند. این تغییرات در سرعت گام‌برداری، آهنگ گام‌برداری، طول گام، دامنه حرکتی لگن، ران، زانو و تقارن نیروی عکس‌العمل زمین مشاهده شده است.^[۳] اکثر این مطالعات برای ارزیابی الگوی حرکتی از ابزارهای پیشرفته آنالیز حرکت استفاده کرده‌اند.^[۳، ۶] این روش استاندارد طلایی شناخته شده است.^[۱۲] ولی کاربرد آن در کلینیک‌ها و مراکز اصلاحی به تجهیزات، نیروی متخصص و هزینه‌های زیادی نیاز دارد که بررسی حرکات را به صورت کلینیکی با محدودیت روبه‌رو می‌سازد. پژوهش‌های مختلف، مجموعه متفاوتی از حرکات را برای ارزیابی الگوهای حرکتی انتخاب کرده‌اند که بر اساس مسافت طی شده، زمان انجام حرکت و یا مقدار وزنه جابه‌جا شده، کمی می‌شود.^[۱۳] اخیراً آزمون غربالگری حرکات عملکردی^۲ (FMS) استفاده رایجی دارد.^[۱۴] این آزمون را Cook و همکاران به عنوان آزمونی استاندارد برای ارزیابی کیفیت حرکات عملکردی معرفی کردند^[۱۵] که از هفت حرکت بنیادی متنوع و پرکاربرد در زندگی روزمره تشکیل شده است.^[۱۶-۱۸] حرکات این مجموعه شامل اسکات کامل، گام-برداری از روی مانع، گام به جلو در یک خط، تحرک‌پذیری شانه، بالا آوردن مستقیم پا به صورت فعال، شنای پایداری تنه، پایداری چرخشی و سه آزمون آشکارسازی است. پنج حرکت از آن‌ها، برای سمت چپ و راست بدن تکرار می‌شود تا عدم تقارن‌ها را آشکار کند.^[۱۵] این آزمون با هدف شناسایی الگوهای حرکتی غیرنرمال، عدم تقارن در اندام‌ها، درد، محدودیت در دامنه حرکتی، نقص در حس عمقی، قدرت، توان، کنترل پوسچر و ثبات مرکزی طراحی شده است و با روشی سریع، غیرتهاجمی، ارزان و آسان قابل اجرا است.^[۱] طی مدت پنج تا ده دقیقه به اتمام می‌رسد^[۱۴] که از این نظر نیز کمک زیادی به صرفه‌جویی در زمان می‌کند.

امروزه توجه اکثر مطالعات در زمینه FMS به استفاده از آن جهت پیش‌بینی آسیب‌ها معطوف شده است. در این راستا O'Connor و همکاران، Lisman و همکاران و Chorba و همکاران دریافتند کسب امتیاز ۱۴ یا کمتر در آزمون FMS می‌تواند پیشگوی آسیب در افسران نیروی دریایی و ورزشکاران زن دانشجو باشد.^[۱۴] با این حال پژوهش‌های محدودی از قابلیت اصلی این آزمون یعنی شناسایی نقص الگوهای حرکتی بنیادی استفاده کرده‌اند. در این رابطه Mitchell و همکاران برای ارزیابی وضعیت کنترل پوسچر، عدم تقارن حرکتی اندام‌ها، محدودیت دامنه حرکتی و نقص‌های حس عمقی کودکان ۸-۱۱ ساله از آزمون FMS استفاده کردند. میانگین امتیاز کل FMS برای دختران ۱۵/۱۶±۱/۹ و پسران ۱۴/۷۶±۱/۹ بود. آن‌ها نشان دادند عملکرد دختران در حرکت گام به جلو در یک خط به طور معناداری (P=۰/۰۰۱) از پسران بهتر است و کم‌ترین امتیاز دو گروه برای حرکات شنای پایداری تنه و اسکات بود.^[۱۹] Schneiders و همکاران نورم FMS را در افراد فعال ۱۸-۴۰ ساله تهیه کردند. میانگین امتیاز کل FMS برای تمام شرکت‌کنندگان ۱۵/۷±۱/۹، زنان ۱۵/۶±۱/۹ و

^۱ Stiffness^۲ Functional Movement Screen (FMS)

حال با توجه به اهمیت شیوع اسکولیوز در دختران و اهمیت آزمون عملکردی FMS به عنوان ابزاری جهت غربالگری حرکات عملکردی این سوال پیش می‌آید که عملکرد دختران مبتلا به اسکولیوز در آزمون FMS چگونه است. در دسترس بودن این اطلاعات، امکان مقایسه‌ی امتیاز FMS آن‌ها را نسبت به سایر گروه‌ها میسر می‌کند؛ لذا هدف از پژوهش حاضر در مرحله اول توصیف امتیاز کل FMS و هفت حرکت آن در افراد مبتلا به اسکولیوز خفیف و متوسط و در مرحله دوم مقایسه آزمون FMS در دو گروه از افراد مبتلا به اسکولیوز خفیف و متوسط بود. این مطالعه از آن جهت حائز اهمیت است که آزمون عملکردی FMS را برای اولین بار در دانشجویان دختر مبتلا به اسکولیوز خفیف و متوسط مورد سنجش قرار می‌دهد و با بررسی امتیازهای FMS در این گروه خاص، وضعیت ناهنجاری را در قالب الگوی حرکتی مورد پایش قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها

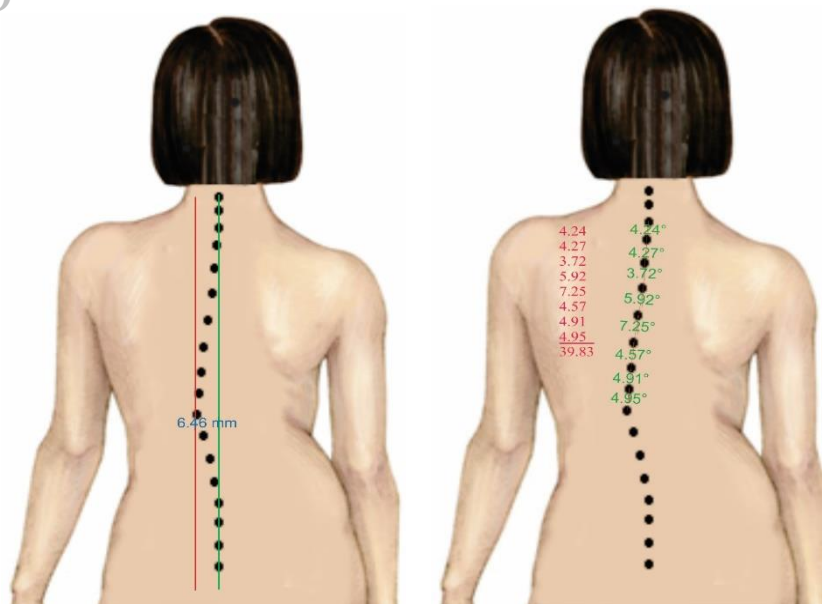
پژوهش حاضر از نوع مشاهده‌ای می‌باشد که با طرح تحقیق مقطعی به توصیف و تحلیل داده‌ها می‌پردازد. این پژوهش در سال ۹۷-۹۶ و به مدت ۹ ماه به طول انجامید. جامعه آماری پژوهش حاضر را دانشجویان دختر مبتلا به اسکولیوز تک انحنا در ستون فقرات سینه‌ای تشکیل می‌دهند. تخمین حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار Gpower نسخه ۳.۱.۹.۲ برای انجام آزمون من-ویتنی در سطح معناداری $\alpha=0/05$ ، توان آماری ۸۰ درصد و اندازه اثر ۰/۸، در هر گروه ۲۱ نفر محاسبه شد. پژوهشی مشابه نیز، این تعداد را تایید کرد.^[۲۱] بدین ترتیب ۴۵ دانشجوی دختر غیرفعال (بر اساس نتایج پرسش‌نامه بین‌المللی فعالیت بدنی (IPAQ))^[۲۲] و در دسترس، به طور هدفمند در این پژوهش شرکت کردند (جدول ۱). تمام آزمودنی‌ها پرسش‌نامه ارزیابی پزشکی را تکمیل نمودند و کسانی که سابقه جراحی یا مشکلات ارتوپدیک، ناهنجاری‌هایی غیر از اسکولیوز و سابقه ورزش منظم در شش ماه گذشته داشتند، از پژوهش خارج شدند. به منظور ملاحظات اخلاقی و بر اساس بیانیه‌ی Helsinki تمام مراحل پژوهش به اطلاع آزمودنی‌ها رسانده شد و سپس رضایت‌نامه آگاهانه به صورت کتبی برای حضور در پژوهش دریافت گردید.^[۲۳] همچنین مطالعه حاضر، دارای تاییدیه کمیته اخلاق دانشگاه تهران به شماره IR.ut.Rec.1395025 می‌باشد.

کلیه اندازه‌گیری‌ها در مرکز مشاوره ورزشی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. در جلسه آزمون ابتدا قد و وزن با استفاده از ترازو و قدسنج Seca ساخت آلمان اندازه‌گیری شد. سپس، مهره‌های C7 تا L5 ستون فقرات با مازیک مخصوص و به روش استاندارد Field علامت-گذاری شد.^[۲۴] در حالت ایستاده و از نمای خلفی از ستون فقرات با دوربین (Canon SX100IS، ساخت شرکت Canon، ژاپن) عکس-برداری شد. ارتفاع دوربین تا زمین ۱/۱۰ متر و فاصله کانونی دوربین تا آزمودنی روی ۱/۳۰ متر تنظیم شد. تصاویر با نرم‌افزار CorelDRAW Technical Suite 2017 ساخت کانادا تحلیل شد. در محیط نرم‌افزار ابتدا خطی عمود از C7 رسم شد و اولین مهره فوقانی که خارج از این خط عمود بود، به عنوان مهره فوقانی انحنا نام‌گذاری شد. خطی دیگر مماس بر تحدب انحنا رسم شد و مهره‌ای که با این خط برخورد کرد، به عنوان مهره با بیشترین چرخش در نظر گرفته شد. این مهره دورترین فاصله را با خط عمود بر C7 داشت. زاویه‌ای که بین خط عمود و خط عبوری از مرکز دو مهره مجاور به دست می‌آمد، میزان انحراف بین دو مهره را نشان می‌داد.^[۲۵] مجموع زوایا بین مهره فوقانی انحنا تا مهره با بیشترین چرخش به عنوان زاویه انحنا ثبت گردید. این روند پنج بار تکرار شد و میانگین آن‌ها به عنوان زاویه کل ثبت شد (تصویر ۱). آزمودنی‌ها بر اساس درجه انحنا، به دو گروه اسکولیوز خفیف (۲۰-۱۱ درجه) و متوسط (۴۰-۲۰ درجه) تقسیم شدند.^[۲۶]

بعد از ثبت انحنا^[۱]، آزمون غربالگری حرکات عملکردی بر اساس دستورالعمل Cook و همکاران اجرا شد.^[۱۵] در ابتدا طول کف دست به عنوان معیاری جهت امتیازبندی حرکت تحرک‌پذیری شانه و طول استخوان درشت‌نی به عنوان معیاری برای تنظیم ارتفاع مانع در حرکت گام‌برداری از روی مانع و گام به جلو در یک خط اندازه‌گیری شد. سپس، آزمودنی‌ها با دریافت دستورالعمل شفاهی مشخص، هر حرکت را سه مرتبه تکرار کردند. از دو نمای روبه‌رو و جانبی فیلم‌برداری از حرکات انجام شد. به هر حرکت بر اساس کیفیت اجرا، امتیازی از صفر تا سه داده شد (جدول ۱) که به ترتیب بیانگر وجود درد، عدم توانایی در اجرای الگوی حرکتی، اجرای الگوی حرکتی به همراه حرکات جبرانی و اجرای کامل و بی‌عیب و نقص الگوی حرکتی است. مجموع امتیازهای هفت حرکت، امتیاز کل را مشخص کرد.^[۲۷] بهترین امتیاز بعد از سه تکرار در برکه ثبت امتیاز درج گردید. در حرکات گام‌برداری از روی مانع، گام به جلو در یک خط، تحرک‌پذیری شانه، بالا آوردن مستقیم پا به صورت فعال و پایداری چرخشی، کم‌ترین امتیاز از سمت راست یا چپ، تعیین‌کننده امتیاز کل بود.^[۲۸، ۲۷] سه آزمون آشکارسازی قبل از حرکات تحرک‌پذیری شانه، شنای پایداری تنه و پایداری چرخشی انجام شد و در صورت گزارش درد، امتیاز صفر برای آن حرکت ثبت گردید.

جدول ۱: امتیازبندی حرکات FMS

معیارهای امتیازبندی	تصویر	آزمون
<p>۳: اگر ران‌ها موازی با زمین، پاها مستقیم روی زمین، پاشنه‌ها در تماس با زمین و میله درست بالای سر و پشت انگشتان پا قرار گیرد.</p> <p>۲: اگر تخته را زیر پاشنه‌ها قرار دهیم، فرد قادر است تمام معیارهای امتیاز ۳ را رعایت کند.</p> <p>۱: بعد از قرار دادن تخته زیر پاشنه‌ها، قادر به رعایت معیارهای امتیاز ۳ نباشد.</p> <p>صفر: اگر حین اجرای حرکت احساس درد داشته باشد.</p>		اسکات کامل
<p>ارتفاع مانع به اندازه طول درشت‌نی تنظیم می‌شود. اندام تحتانی حرکت‌کننده می‌بایست بدون انحراف، از مانع عبور کند و بعد از برخورد پاشنه در تقریباً ۱۶/۱۰ سانتی متر جلوتر از مانع، به جای اول برگردد.</p> <p>۳: اگر تمام معیارهای عنوان‌شده رعایت شود و حرکات جبرانی مشاهده نشود.</p> <p>۲: اگر با حرکات جبرانی به اتمام برسد بدون اینکه تعادل از دست برود یا فرد با مانع برخورد کند.</p> <p>۱: اگر فرد به دلیل عدم تعادل یا برخورد با مانع قادر به اتمام حرکت نباشد.</p> <p>صفر: اگر حین اجرای حرکت احساس درد داشته باشد.</p>		گام برداری از روی مانع
<p>یکی از پاهای فرد به اندازه طول درشت‌نی جلوتر از پای دیگر، روی تخته قرار می‌گیرد. فرد با دست پای عقب میله را از ناحیه گردن و با دست دیگر آن را از ناحیه کمر می‌گیرد. طی حرکت می‌بایست پاشنه پای جلویی از تخته بلند نشود، زانوی عقبی، تخته را لمس کند و در تماس با پاشنه پای جلویی باشد. میله عمودی و در تماس با سر، ستون فقرات سینه‌ای و خاصره باشد. معیار سمت چپ و راست، پای جلویی می‌باشد.</p> <p>۳: اگر تمام معیارهای ذکر شده رعایت گردد.</p> <p>۲: اگر فرد تعادل داشته باشد، ولی معیارهای ذکر شده رعایت نگردد.</p> <p>۱: اگر فرد تعادل خود را از دست بدهد.</p> <p>صفر: اگر حین اجرای حرکت احساس درد داشته باشد.</p>		گام به جلو در یک خط
<p>از فرد می‌خواهیم بایستد، انگشتان شست خود را در مشت خود نگه دارد و سپس حرکت را انجام دهد. معیار سمت چپ و راست، دستی است که به خارج چرخیده و دور شده است.</p> <p>۳: اگر نزدیک‌ترین فاصله بین مشت‌ها کمتر از ۱/۵ برابر طول دست باشد.</p> <p>۲: اگر نزدیک‌ترین فاصله بین مشت‌ها ۱/۵ برابر طول دست باشد.</p> <p>۱: اگر نزدیک‌ترین فاصله بین مشت‌ها بیشتر از ۱/۵ برابر طول دست باشد.</p> <p>صفر: اگر در آزمون آشکارسازی احساس درد داشته باشد.</p>		آزمون آشکارسازی تحرک پذیری شانه و آزمون آشکارسازی
<p>فرد به پشت دراز کشیده، پاها را کنار هم قرار دهد، پشت زانوهای روی تخته تعادل و دست‌ها را در حالی که کف دست‌ها به سمت بالا است، کنار بدن دراز کند. میله را عمودی در حد فاصل بین خار خاصره قدامی فوقانی و قسمت میانی کشکک قرار می‌دهیم. سپس فرد یک پا را مستقیم بالا می‌آورد تا قبل از آنکه زانوی پای متحرک یا ثابت خم شود. معیار سمت چپ و راست، پای متحرک است.</p> <p>۳: اگر فوزک پای متحرک از میله عبور کند.</p> <p>۲: اگر فوزک پای متحرک تا حد فاصل میله و قسمت میانی کشکک بالا آید.</p> <p>۱: اگر فوزک پای متحرک تا قبل از قسمت میانی کشکک بالا آید.</p> <p>صفر: اگر حین اجرای حرکت احساس درد داشته باشد.</p>		بالا آوردن مستقیم پا به صورت فعال
<p>۳: برای خانم‌ها، اگر فرد انگشتان شست را در امتداد چانه قرار دهد و حرکت را به درستی اجرا کند.</p> <p>۲: برای خانم‌ها، اگر فرد انگشتان شست را در امتداد شانه قرار دهد و حرکت را به درستی اجرا کند.</p> <p>۱: برای خانم‌ها، اگر فرد انگشتان شست را در امتداد شانه قرار دهد و حرکت را به درستی اجرا نکند.</p> <p>صفر: اگر در آزمون آشکارسازی احساس درد داشته باشد.</p>		پایداری تنه و آزمون آشکارسازی
<p>فرد در وضعیت چهار دست و پا قرار گرفته، به طوری که زانوهای زیر ران‌ها و دست‌ها زیر شانه‌ها قرار گیرند. در این حالت تخته بین دست‌ها و پاها به گونه‌ای قرار می‌گیرد که انگشتان شست و زانوهای در تماس با تخته باشد، سپس فرد یک دست و یک پا را به طور همزمان باز می‌کند، سپس جمع می‌کند تا آرنج را به زانو برساند و مجدداً باز می‌کند. معیار سمت چپ و راست، دستی است که باز می‌شود.</p> <p>۳: اگر حرکت دست و پای موافق بدون دست رفتن تعادل، با موفقیت انجام گردد.</p> <p>۲: اگر حرکت دست و پای مخالف بدون دست رفتن تعادل، با موفقیت انجام گردد.</p> <p>۱: اگر قادر به اجرای موفقیت‌آمیز حرکت نباشد.</p> <p>صفر: اگر در آزمون آشکارسازی احساس درد داشته باشد.</p>		پایداری چرخشی و آزمون آشکارسازی



تصویر ۱: نحوه محاسبه زاویه اسکولیوز

متغیرهای پژوهش حاضر شامل امتیاز کل FMS و هفت حرکت آن بود که بر اساس میانگین، انحراف استاندارد و فاصله اطمینان ۹۵٪ توصیف شد. توزیع نرمال داده‌ها با آزمون شاپیروویلیک تایید نشد و به همین دلیل مقایسه متغیرها در دو گروه مبتلا به اسکولیوز خفیف و متوسط با آزمون یومن-ویتنی انجام شد. از آزمون کای دو نیز برای بررسی تفاوت بین دو گروه در توزیع امتیازهای صفر تا سه هر حرکت استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری در سطح معناداری $P \leq 0/05$ و با نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۰ صورت گرفت.

یافته‌ها

در پژوهش حاضر ۴۵ دانشجوی دختر شرکت داشتند که ۴۸/۸۹ درصد آنها مبتلا به اسکولیوز خفیف و ۵۱/۱۱ درصد، مبتلا به اسکولیوز متوسط بودند. هر دو گروه از نظر مشخصات دموگرافیک همگن بودند ($P > 0/05$) و تنها در زاویه اسکولیوز تفاوت داشتند ($P < 0/001$) (جدول ۲). امتیاز کل FMS در گروه اسکولیوز خفیف $14 \pm 2/24$ ، اسکولیوز متوسط $13 \pm 2/26$ و در مجموع آزمودنی‌ها $13 \pm 2/13$ بود (جدول ۳) که بر اساس آزمون یومن-ویتنی تفاوت معناداری در امتیاز کل FMS بین دو گروه اسکولیوز خفیف و متوسط وجود نداشت ($U=142, P=0/184$). این تفاوت برای حرکات اسکات کامل ($U=181, P=0/813$)، گام برداری از روی مانع ($U=168, P=0/55$)، گام به جلو در یک خط ($U=171, P=0/607$)، تحرک‌پذیری شانه ($U=185, P=0/901$)، بالا آوردن مستقیم پا به صورت فعال ($P=0/158$)، شنای پایداری تنه ($U=137/5, P=0/141$) و پایداری چرخشی ($U=181, P=0/813$) بود.

نتایج آزمون کای دو تفاوتی در توزیع امتیازهای صفر تا سه هر حرکت بین دو گروه مبتلا به اسکولیوز خفیف و متوسط نشان نداد ($P > 0/05$). گزارش کای دو برای حرکت اسکات کامل ($\chi^2=0/03, P=0/985$)، گام برداری از روی مانع ($\chi^2=0/63, P=0/425$)، گام به جلو در یک خط ($\chi^2=1/34, P=0/513$)، تحرک‌پذیری شانه ($\chi^2=1/34, P=0/511$)، بالا آوردن مستقیم پا به صورت فعال ($\chi^2=0/292, P=0/584$)، شنای پایداری تنه ($\chi^2=4/15, P=0/246$) و پایداری چرخشی ($\chi^2=0/05, P=0/998$) بود (جدول ۴). بیشترین و کمترین امتیاز کل FMS برای مجموعه افراد مبتلا به اسکولیوز به ترتیب ۱۸ و ۸ بود و حدود ۲۰٪ آن‌ها گزارش حداقل یک مورد درد را در آزمون FMS داشتند. همچنین بهترین عملکرد حرکتی برای افراد مبتلا به اسکولیوز در تحرک‌پذیری شانه ($2/71 \pm 0/5$) و ضعیف‌ترین عملکرد در شنای پایداری تنه ($1/09 \pm 0/63$) مشاهده شد.

جدول ۲: مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها (n=۴۵)

متغیر	اسکولیوز خفیف (۲۲ نفر)	اسکولیوز متوسط (۲۳ نفر)	کل آزمودنی‌ها (۴۵ نفر)
سن (سال)	۲۷/۷۳±۳/۹۱ [۲۵/۹۹-۲۹/۴۶]	۲۶/۶۵±۴/۶۴ [۲۴/۶۴-۲۸/۶۶]	۲۷/۱۸±۴/۲۹ [۲۵/۸۹-۲۸/۴۷]
قد ایستاده (سانتی متر)	۱۶۰/۸۶±۵/۱ [۱۵۸/۶-۱۶۳/۱۲]	۱۶۴±۵/۹۲ [۱۶۱/۴۳-۱۶۶/۵۶]	۱۶۲/۴۶±۵/۷ [۱۶۰/۷۵-۱۶۴/۱۷]
توده بدن (کیلوگرم)	۵۷/۱۶±۷/۰۸ [۵۴/۰۲-۶۰/۳]	۵۸/۶۴±۵/۷ [۵۶/۱۷-۶۱/۱۱]	۵۷/۹۲±۶/۳۸ [۵۶-۵۹/۸۴]
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مجذور متر)	۲۲/۰۴±۲/۰۶ [۲۱/۱۳-۲۲/۹۵]	۲۱/۸۴±۲/۲۱ [۲۰/۸۸-۲۲/۸]	۲۱/۹۴±۲/۱۲ [۲۱/۳-۲۲/۵۷]
درجه اسکولیوز	۱۶/۰۴±۳/۲۳ [۱۴/۶۱-۱۷/۴۸]	*۳۸/۹۰±۵/۷۸ [۲۶/۴-۳۱/۴۱]	۲۲/۶۲±۸ [۲۰/۲۱-۲۵/۰۲]

داده‌ها بر اساس [95% CI] انحراف استاندارد میانگین گزارش شده‌اند. * تفاوت با گروه اسکولیوز خفیف $P < 0.001$

جدول ۳: امتیاز کل و جداگانه FMS

متغیر	اسکولیوز خفیف (۲۲ نفر)	اسکولیوز متوسط (۲۳ نفر)	کل آزمودنی‌ها (۴۵ نفر)
اسکات کامل	۱/۶۸±۰/۶۴ [۱/۴-۱/۹۷]	۱/۶۵±۰/۶۴ [۱/۳۷-۱/۹۳]	۱/۶۷±۰/۶۴ [۱/۴۷-۱/۸۶]
گام برداری از روی مانع	۲/۲۷±۰/۴۵ [۲/۰۷-۲/۴۷]	۲/۱۷±۰/۳۸ [۲/۰۱-۲/۳۴]	۲/۲۲±۰/۴۲ [۲/۰۱-۲/۳۵]
راست	۲/۳۲±۰/۴۷ [۲/۱۱-۲/۵۳]	۲/۲۶±۰/۴۴ [۲/۰۷-۲/۴۶]	۲/۲۹±۰/۴۵ [۲/۱۵-۲/۴۳]
چپ	۲/۳۲±۰/۴۷ [۲/۱۱-۲/۵۳]	۲/۱۷±۰/۳۸ [۲/۰۱-۲/۳۴]	۲/۲۴±۰/۴۳ [۲/۱۱-۲/۳۸]
گام به جلو در یک خط	۲/۰۹±۰/۲۹ [۱/۹۶-۲/۲۲]	۲±۰/۳ [۱/۸۷-۲/۱۳]	۲/۰۴±۰/۲۹ [۱/۹۵-۲/۱۳]
راست	۲/۱۴±۰/۳۵ [۱/۹۸-۲/۲۹]	۲/۰۹±۰/۴۱ [۱/۹۱-۲/۲۷]	۲/۱۱±۰/۳۸ [۲-۲/۲۳]
چپ	۲/۱۴±۰/۳۵ [۱/۹۸-۲/۲۹]	۲/۲۲±۰/۴۲ [۲/۰۴-۲/۴۰]	۲/۱۸±۰/۳۸ [۲/۰۶-۲/۲۹]
تحرک پذیری شانه	۲/۶۴±۰/۵۸ [۲/۳۸-۲/۸۹]	۲/۷۸±۰/۴۲ [۲/۶-۲/۹۶]	۲/۷۱±۰/۵ [۲/۵۶-۲/۸۶]
راست	۲/۸۶±۰/۳۵ [۲/۷۱-۳/۰۲]	۲/۹۱±۰/۲۸ [۲/۷۹-۳/۰۴]	۲/۸۹±۰/۳۱ [۲/۷۹-۲/۹۸]
چپ	۲/۶۴±۰/۵۸ [۲/۳۸-۲/۸۹]	۲/۷۸±۰/۴۲ [۲/۶-۲/۹۶]	۲/۷۱±۰/۵ [۲/۵۶-۲/۸۶]
بالا آوردن مستقیم پا به صورت فعال	۲/۳۲±۰/۷۱ [۲-۲/۶۴]	۲±۰/۷۳ [۱/۶۸-۲/۳۲]	۲/۱۶±۰/۷۳ [۱/۹۳-۲/۳۸]
راست	۲/۳۸±۰/۷۴ [۲/۰۴-۲/۷۲]	۲/۱۰±۰/۶۲ [۱/۸۸-۲/۳۸]	۲/۲۴±۰/۶۹ [۲/۰۲-۲/۴۵]
چپ	۲/۴۳±۰/۷۴ [۲/۰۹-۲/۷۷]	۲/۱۴±۰/۵۷ [۱/۸۸-۲/۴۰]	۲/۲۹±۰/۶۷ [۲/۰۸-۲/۵۰]
پایداری تنه	۱/۲۷±۰/۶۳ [۰/۹۹-۱/۵۵]	۰/۹۱±۰/۵۹ [۰/۶۶-۱/۱۷]	۱/۰۹±۰/۶۳ [۰/۹۰-۱/۲۸]
پایداری چرخشی	۱/۷۳±۰/۶۳ [۱/۴۵-۲/۰۱]	۱/۷۴±۰/۶۱ [۱/۴۷-۲/۰۱]	۱/۷۳±۰/۶۱ [۱/۵۵-۱/۹۲]
راست	۱/۹±۰/۳ [۱/۷۶-۲/۰۴]	۱/۹۵±۰/۲۱ [۱/۸۵-۲/۰۵]	۱/۹۳±۰/۲۶ [۱/۸۴-۲/۰۱]
چپ	۱/۹±۰/۳ [۱/۷۶-۲/۰۴]	۱/۹±۰/۳ [۱/۷۷-۲/۰۴]	۱/۹±۰/۳ [۱/۸۱-۲]
امتیاز کل FMS	۱۴±۲/۲۴ [۱۳-۱۵]	۱۳/۲۶±۲ [۱۲/۳۹-۱۴/۱۳]	۱۳/۶۲±۲/۱۳ [۱۲/۹۸-۱۴/۲۶]

داده‌ها بر اساس [95% CI] انحراف استاندارد میانگین گزارش شده‌اند.

جدول ۴: توزیع امتیازهای FMS در افراد مبتلا به اسکولیوز خفیف و متوسط

امتیاز	RS		TSPU		ASLR		SM		ILL		HS		DS	
	اسکولیوز متوسط	اسکولیوز خفیف	اسکولیوز متوسط	اسکولیوز خفیف	اسکولیوز متوسط	اسکولیوز خفیف	اسکولیوز متوسط	اسکولیوز خفیف	اسکولیوز متوسط	اسکولیوز خفیف	اسکولیوز متوسط	اسکولیوز خفیف	اسکولیوز متوسط	اسکولیوز خفیف
امتیاز صفر	۲	۲	۵	۱	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(%)	(۸/۷)	(۹/۱)	(۲۱/۷)	(۴/۵)	(۴/۳)									
امتیاز یک	۲	۲	۱۵	۱۵	۳	۳	۱	۱	-	-	-	-	۱۰	۹
(%)	(۸/۷)	(۹/۱)	(۶۵/۲)	(۶۸/۲)	(۱۳)	(۱۳/۶)	(۴/۵)	(۴/۳)					(۴۳/۵)	(۴۰/۹)
امتیاز دو	۱۹	۱۸	۳	۵	۱۴	۹	۵	۶	۲۱	۲۰	۱۹	۱۶	۱۱	۱۱
(%)	(۸۲/۶)	(۸۱/۸)	(۱۳)	(۲۲/۷)	(۶۰/۹)	(۴۰/۹)	(۲۱/۷)	(۲۷/۳)	(۹۱/۳)	(۹۰/۹)	(۸۲/۶)	(۲۲/۷)	(۴۷/۸)	(۵۰)
امتیاز سه	-	-	-	۱	۵	۱۰	۱۸	۱۵	۱	۲	۴	۶	۲	۹
(%)				(۴/۵)	(۲۱/۷)	(۴۵/۵)	(۷۸/۳)	(۶۸/۲)	(۴/۳)	(۹/۱)	(۱۷/۴)	(۲۷/۳)	(۸/۷)	(۹/۱)

DS: اسکات کامل، HS: گام برداری از روی مانع، ILL: گام به جلو در یک خط، SM: تحرک پذیری شانه، ASLR: بالا آوردن مستقیم پا به صورت فعال، TSPU: پایداری تنه، RS: پایداری چرخشی

بحث

پژوهش حاضر با هدف توصیف و مقایسه آزمون غربالگری حرکات عملکردی در دو گروه دانشجویان دختر مبتلا به اسکولیوز خفیف و متوسط انجام شد. امتیاز کل FMS در گروه اسکولیوز خفیف $14 \pm 2/24$ ، اسکولیوز متوسط $13/26 \pm 2$ و در مجموع آزمودنی‌ها $13/62 \pm 2/13$ بود. برتری در حرکات عملکردی گروه مبتلا به اسکولیوز خفیف نسبت به گروه دیگر از لحاظ آماری معنادار نبود ($P=0/184$).

مطالعات پیشین امتیاز کل FMS برای ورزشکاران زن دانشجو $14/1 \pm 3/8$ ، زنان سالم ۲۰ تا ۳۹ ساله $15/43 \pm 2/44$ ، نظامیان زن زیر ۳۰ سال $16/5 \pm 2/2$ و دوندگان زن $16/2 \pm 2/5$ گزارش کردند. آزمودنی‌های پژوهش حاضر امتیاز کمتری نسبت به سایر پژوهش‌ها کسب کردند. این تفاوت ممکن است به خاطر نقص آناتومیکی ستون فقرات باشد که بر اساس پژوهش Bruyneel و همکاران بر حرکات پویا تأثیر می‌گذارد.^[۳۳] نقش اسکولیوز در نقص حرکتی اهمیت قابل توجهی برای درمانگران دارد، به طوری که بهبود تعادل و تحرک افراد مبتلا به اسکولیوز از کاهش حداکثری زاویه انحنای مهم‌تر است.^[۴] در این رابطه Remes و همکاران اثر دو روش متفاوت جراحی اسکولیوز بر عملکرد بررسی کردند. آنها از حرکات خم و باز کردن تنه به جلو، عقب و طرفین برای ارزیابی تحرک ستون فقرات و از تست‌های درازنشست، باز کردن تنه در حالت خوابیده و اسکات برای ارزیابی قدرت تنه استفاده کردند.^[۳۴]

علاوه بر این امتیاز کمتر FMS در افراد مبتلا به اسکولیوز می‌تواند بیانگر قابلیت آزمون FMS در آشکارسازی نقص حرکتی افراد مبتلا به اسکولیوز باشد. در این راستا دلایلی منطقی حاکم است؛ برای مثال Romano و همکاران نشان دادند فعالیت عضلات کف لگن و مولتی‌فیدوس که دو گروه از عضلات ثبات‌دهنده مرکزی هستند، در ناهنجاری اسکولیوز کاهش می‌یابد.^[۳۵] و یکی از قابلیت‌های آزمون FMS، به چالش کشاندن ثبات مرکزی است.^[۱۵، ۳۶، ۳۷] لذا می‌توان انتظار داشت FMS اختلال ثبات مرکز افراد مبتلا به اسکولیوز را نمایان کند. همچنین، ساختار آناتومیکی نامتقارن در افراد مبتلا به اسکولیوز با الگوهای حرکتی نامتقارن در تنه همراه است.^[۳۸] که آزمون FMS توانایی شناسایی عدم تقارن‌ها در حرکت را نیز دارد و برای دستیابی به این هدف پنج حرکت از هفت حرکت را به آن اختصاص داده است. ضعف عضلات اندام تحتانی^[۳۹] و شکمی^[۴۰] در افراد مبتلا به اسکولیوز تایید شده است که این ضعف در قدرت نیز می‌تواند بر کیفیت اجرای حرکات FMS موثر باشد.^[۱۵، ۳۶، ۳۷]

کمترین امتیاز افراد شرکت‌کننده در پژوهش حاضر مربوط به حرکت شنای پایداری تنه بود. هدف این حرکت ارزیابی ثبات تنه در زنجیره حرکتی بسته و قدرت در اندام فوقانی است؛ بنابراین اجرای آن نیاز به قدرت مرکزی به ویژه در ستون فقرات کمری، ران‌ها و اندام فوقانی دارد.^[۴۱] که افراد مبتلا به اسکولیوز این نیازهای اولیه را ندارند. در مطالعات مختلفی ضعف ثبات مرکزی و عضلانی افراد مبتلا به اسکولیوز تایید شده است.^[۳۵، ۳۹، ۴۰]

احتمالاً اختلال حرکتی و تغییر استراتژی حرکت در مراحل اولیه اسکولیوز اتفاق می‌افتد و بعد از سازگاری، دستخوش تغییر مجدد با افزایش زاویه یا شدت اسکولیوز نمی‌شود. این نتایج هم‌راستا با یافته‌های Mahaudens و همکاران بود. آنها با این رویکرد که احتمالاً استراتژی

حرکتی تحت تاثیر شدت اسکولیوز قرار می‌گیرد، کینماتیک و الکترومیوگرافی راه رفتن را در افراد سالم و افراد مبتلا به اسکولیوز خفیف، متوسط و شدید بررسی کردند.^[۴۲] یافته‌های این پژوهشگران نشان داد که استراتژی حرکت در افراد مبتلا به اسکولیوز متفاوت از افراد سالم است، اما تحت تاثیر شدت آن قرار نمی‌گیرد؛ به عبارتی دیگر تفاوت قابل توجهی در پارامترهای کینماتیک و الکترومیوگرافی راه رفتن گروه مبتلا به اسکولیوز شدید و خفیف وجود نداشت. این نتایج مشابه یافته‌های Filipovic و Viskic-Stalec بود. آنها نشان دادند که استراتژی حرکت بر اساس متغیرهای الکترومیوگرافی و نیروی عکس‌العمل زمین، حین گام‌برداری از روی پله در دو گروه مبتلا به اسکولیوز سینه‌ای بیشتر یا مساوی ۲۶ درجه و کمتر یا مساوی ۲۵ درجه تفاوتی ندارد.^[۴۳] از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به عدم بررسی امتیاز FMS در افراد مبتلا به اسکولیوز شدید، حجم کم نمونه، عدم استفاده از رادیوگرافی به عنوان روشی استاندارد برای ارزیابی اسکولیوز و عدم مقایسه عملکرد افراد فعال و غیرفعال مبتلا به اسکولیوز اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف توصیف و مقایسه آزمون غربالگری حرکات عملکردی در دو گروه دانشجویان دختر مبتلا به اسکولیوز خفیف و متوسط انجام شد. مهم‌ترین دستاورد پژوهش حاضر گزارش امتیاز کل FMS و حرکات‌های آن به صورت مجزا در دختران مبتلا به اسکولیوز خفیف و متوسط بود و اینکه تفاوت معناداری بین دو گروه از نظر امتیاز FMS وجود نداشت.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه دکتری حرکات اصلاحی می‌باشد. از کلیه آزمودنی‌های حاضر در این پژوهش که ما را در انجام این مطالعه یاری رساندند، کمال تقدیر و تشکر را داریم.

منابع

- Mitchell UH, Johnson AW, Vehrs PR, Feland JB, Hilton SC. Performance on the functional movement screen in older active adults. *Journal of Sport and Health Science*. 2016;5(1):119-25.
- Nishida M, Nagura T, Fujita N, Hosogane N, Tsuji T, Nakamura M, et al. Position of the major curve influences asymmetrical trunk kinematics during gait in adolescent idiopathic scoliosis. *Gait & Posture*. 2017;51:142-8.
- Daryabor A, Arazpour M, Sharifi G, Bani MA, Aboutorabi A, Golchin N. Gait and energy consumption in adolescent idiopathic scoliosis: A literature review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2017;60(2):107-16.
- Machida M, Weinstein SL, Dubousset J. Pathogenesis of idiopathic scoliosis. 1st ed. Springer Japan; 2018.
- Clark M, Lucett S, Medicine NAS. *NASM Essentials of corrective exercise training*. 1st ed. Philadelphia : Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
- Schmid S, Studer D, Hasler CC, Romkes J, Taylor WR, Lorenzetti S, et al. Quantifying spinal gait kinematics using an enhanced optical motion capture approach in adolescent idiopathic scoliosis. *Gait & Posture*. 2016;44:231-7.
- Aroeira RM, de Las Casas EB, Pertence AE, Greco M, Tavares JM. Non-invasive methods of computer vision in the posture evaluation of adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2016;20(4):832-43.
- Park YH, Park YS, Lee YT, Shin HS, Oh MK, Hong J, et al. The effect of a core exercise program on Cobb angle and back muscle activity in male students with functional scoliosis: a prospective, randomized, parallel-group, comparative study. *The Journal of International Medical Research*. 2016;44(3):728-34.
- Shen J, Lin Y, Luo J, Xiao Y. Cardiopulmonary Exercise Testing in Patients with Idiopathic Scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2016;98(19):1614-22.
- Sperandio EF, Alexandre AS, Yi LC, Poletto PR, Gotfryd AO, Vidotto MC, et al. Functional aerobic exercise capacity limitation in adolescent idiopathic scoliosis. *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*. 2014;14(10):2366-72.
- Czaprowski D, Kotwicki T, Biernat R, Urniaz J, Ronikier A. Physical capacity of girls with mild and moderate idiopathic scoliosis: influence of the size, length and number of curvatures. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2012;21(6):1099-105.
- Heitz PH, Aubin-Fournier JF, Parent E, Fortin C. Test-retest reliability of posture measurements in adolescents with idiopathic scoliosis. *The Spine Journal : Official Journal of the North American Spine Society*. 2018.
- Fawcett MA. Reliability of the functional movement screen scores for older adults. [Master thesis]. United States: Bowling Green State University; 2014.
- Abraham A, Sannasi R, Nair R. Normative values for the functional movement screen in adolescent school aged children. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2015;10(1):29-36.

15. Whiteside D, Deneweth JM, Pohorence MA, Sandoval B, Russell JR, McLean SG, et al. Grading the Functional Movement Screen: A Comparison of Manual (Real-Time) and Objective Methods. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. 2016;30(4):924-33.
16. Perry J. Correlations between the functional movement screen (FMS), the balance error scoring system (BESS), and injury [Master thesis]. South Carolina: Winthrop University; 2015.
17. Kraus K, Schutz E, Taylor WR, Doyscher R. Efficacy of the functional movement screen: a review. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. 2014;28(12):3571-84.
18. Udris AM. Difference of raw functional movement screen™ scores of male and female collegiate cheerleaders. [Master thesis]. United States: Oklahoma State University; 2011.
19. Mitchell UH, Johnson AW, Adamson B. Relationship between functional movement screen scores, core strength, posture, and body mass index in school children in Moldova. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. 2015;29(5):1172-9.
20. Schneiders AG, Davidsson A, Horman E, Sullivan SJ. Functional movement screen normative values in a young, active population. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2011;6(2):75-82.
21. Ko MJ, Noh KH, Kang MH, Oh JS. Differences in performance on the functional movement screen between chronic low back pain patients and healthy control subjects. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(7):2094-6.
22. Bayati M, Gharakhanlou R, Ghobadi H, Nikkhah M, Farzad B. Different Responses of Serum VEGF in Trained and Untrained Men to High-intensity Interval Exercise. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2016;12(23):65-74. [In Persian]
23. Fadaei F, Zahedi In, Farahani Z, Ghasemzadeh N. Review of the two version of declaration of Helsinki (2013 and 2008): challenges and changes. *Journal of Medical Ethics and History of Medicine*. 2016;9(3):75-92. [In Persian]
24. Ernst MJ, Rast FM, Bauer CM, Marcar VL, Kool J. Determination of thoracic and lumbar spinal processes by their percentage position between C7 and the PSIS level. *BMC Research Notes*. 2013;6:58.
25. Aroeira RM, Leal JS, de Melo Pertence AE. New method of scoliosis assessment: preliminary results using computerized photogrammetry. *Spine*. 2011;36(19):1584-91.
26. Anwar Z, Zan E, Gujar SK, Sciubba DM, Riley LH, 3rd, Gokaslan ZL, et al. Adult lumbar scoliosis: underreported on lumbar MR scans. *AJNR. American Journal of Neuroradiology*. 2010;31(5):832-7.
27. Dorrel BS, Long T, Shaffer S, Myer GD. Evaluation of the functional movement screen as an injury prediction tool among active adult populations: A systematic review and meta-analysis. *Sports Health*. 2015;7(6):532-7.
28. Benz J. Functional movement screen to predict athletic performance. [Master thesis]. United States: Kean University; 2010.
29. Chorba RS, Chorba DJ, Bouillon LE, Overmyer CA, Landis JA. Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*. 2010;5(2):47-54.
30. Perry FT, Koehle MS. Normative data for the functional movement screen in middle-aged adults. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. 2013;27(2):458-62.
31. Teyhen DS, Riebel MA, McArthur DR, Savini M, Jones MJ, Goffar SL, et al. Normative data and the influence of age and gender on power, balance, flexibility, and functional movement in healthy service members. *Military Medicine*. 2014;179(4):413-20.
32. Loudon JK, Parkerson-Mitchell AJ, Hildebrand LD, Teague C. Functional movement screen scores in a group of running athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. 2014;28(4):909-13.
33. Bruyneel AV, Chavet P, Bollini G, Allard P, Berton E, Mesure S. Dynamical asymmetries in idiopathic scoliosis during forward and lateral initiation step. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2009;18(2):188-95.
34. Remes V, Helenius I, Schlenzka D, Yrjonen T, Ylikoski M, Poussa M. Cotrel-Dubousset (CD) or Universal Spine System (USS) instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis (AIS): comparison of midterm clinical, functional, and radiologic outcomes. *Spine*. 2004;29(18):2024-30.
35. Romano M, Negrini A, Parzini S, Tavernaro M, Zaina F, Donzelli S, et al. SEAS (Scientific Exercises Approach to Scoliosis): a modern and effective evidence based approach to physiotherapeutic specific scoliosis exercises. *Scoliosis*. 2015;10:3.
36. Cook G. *Movement: functional movement systems: screening, assessment, corrective strategies*. 1st ed. Lotus Publishing; 2011.
37. Wright MD, Portas MD, Evans VJ, Weston M. The effectiveness of 4 weeks of fundamental movement training on functional movement screen and physiological performance in physically active children. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. 2015;29(1):254-61.
38. Park HJ, Sim T, Suh SW, Yang JH, Koo H, Mun JH. Analysis of coordination between thoracic and pelvic kinematic movements during gait in adolescents with idiopathic scoliosis. *European Spine Journal: Official*

Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society. 2016;25(2):385-93.

39. Martinez-Llorens J, Ramirez M, Colomina MJ, Bago J, Molina A, Caceres E, et al. Muscle dysfunction and exercise limitation in adolescent idiopathic scoliosis. *The European Respiratory Journal*. 2010;36(2):393-400.

40. Fusco C, Zaina F, Atanasio S, Romano M, Negrini A, Negrini S. Physical exercises in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: an updated systematic review. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2011;27(1):80-114.

41. Sorenson EA. Functional movement screen as a predictor of injury in high school basketball athletes. [Doctor thesis]. United states: University of Oregon; 2009.

42. Mahaudens P, Banse X, Mousny M, Detrembleur C. Gait in adolescent idiopathic scoliosis: kinematics and electromyographic analysis. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2009;18(4):512-21.

43. Filipovic V, Viskic-stalec N. The mobility capabilities of persons with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2006;31(19):2237-42.