توان مکانیکی مفاصل اندام تحتانی راست و چپ در افراد مبتلا به اسکولیوز نوجوانی ناشناخته و افراد سالم هنگام راه رفتن

شیرین یزدانی*[۱]، نادر فرهپور[۲]

۱. استادیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز ، تبریز، ایران

۲. استاد، گروه حرکت‌شناسی و بیومکانیک، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

مقاله پژوهشی تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۸/۱۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۳/۱۵ شماره صفحات: **۱۰۵ تا ۱۱۳**

چکیده

مقدمه و هدف: اگرچه مستند است که در ناهنجاری اسکلیوز راستای ستون فقرات و لگن تغییر می‌یابد، لیکن اطلاعات دقیقی درباره تأثیر این تغییرات در بیومکانیک اندام تحتانی هنگام راه رفتن وجود ندارد. ازاین‌رو هدف این مطالعه مقایسه توان مفاصل اندام تحتانی بیماران اسکولیوز نوجوانی ناشناخته و افراد سالم هنگام راه رفتن بود. روش‌شناسی: با استفاده از دستگاه تحلیل حرکتی با ٤ دوربین Vicon و دو صفحه نیروی کیستلر، متغیرهای کینماتیکی و کینتیکی راه رفتن ۲۰ دختر نوجوان مبتلا به اسکولیوز و ۲۰ دختر سالم ثبت و سپس با استفاده از نرم‌افزارهای Vicon Nexus و Polygon توان مفاصل ران، زانو و مچ پای راست و چپ در صفحه ساجیتال محاسبه شد. داده‌ها با استفاده از روش آماری ANOVA در سطح معنی‌داری α <۰/۰۵ پردازش شدند. یافته‌ها: جذب توان زانوی راست بیماران اسکولیوز به‌طور معناداری ۱۲/۵٪ کمتر از افراد سالم بود (p=۰/۰۱). به‌غیراز جذب توان در زانوی راست، بین میزان جذب و تولید توان در سایر مفاصل پای راست و چپ بیماران اسکولیوز و افراد سالم تفاوتی مشاهده نشد (p>۰/۰۵). بحث و نتیجه‌گیری: ناهنجاری اسکولیوز، با کاهش جذب توان زانو همراه است. با توجه به اینکه کاهش یک‌طرفه و نامتقارن جذب توان در زانو ممکن است با تغییرات نامتقارن گشتاور، نیروی عکس‌العمل و عملکرد عضلات مرتبط باشد، می‌تواند احتمالاً عامل اعمال نیروی نامتقارن به لگن و متعاقباً پیشرفت انحناء اسکولیوز شود.

کلیدواژه‌ها: اسکولیوز، راه رفتن، تولید توان، جذب توان، تقارن

The mechanical power of right and left lower extremity joints during walking in patients with adolescent idiopathic scoliosis and healthy controls

Shirin Yazdani*[1]., Nader Farahpour[2]

1. Assistant Professor, Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2. Professor, Department of Kinesiology and Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Science, Bu Ali Sina University, Hamdan, Iran.

Abstract

Background and Objective: although it is documented that the spine and hip alignments alter in scoliosis subjects, but the effect of these changes on the lower extremities' biomechanics have not been well understood yet. So, the aim of this study was to compare hip, knee and ankle joint's power generation and absorption during gait in patients with adolescent idiopathic scoliosis (AIS) and healthy controls. Methods: Using motion analysis system with 4 Vicon-460 cameras and two Kistler force plates, the kinematics and kinetics of gait was assessed in twenty girls with AIS and 20 matched healthy controls, then the power of the right and left hip, knee and ankle joints in sagittal plane was calculated. Data was analyzed using ANOVA statistical method with significance level of $\alpha<0.05$. Results: Results showed that in scoliosis group, the peak power absorption of the right knee was significantly 12.5% smaller than that in control group (p=0.01). But, peak power generation and absorption of the hip and ankle joints in both right and left limbs were not statistically differed between the two groups (p>0.05). Conclusion: scoliosis is associated with the smaller power absorption of the knee joint at convex side. This might be linked with unilateral alterations of the joints' moment, joint forces, and the related muscle activity which might impose asymmetrical force to the hip and cause curve progression.

Keywords: Scoliosis, Gait, Power Generation, Power Absorption, Symmetry

*. sh_yazdani@tabrizu.ac.ir

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.5.7]

[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.105]

مقدمه

اسکولیوز نوجوانی ناشناخته (AIS)[1] ناهنجاری سه‌بعدی ستون فقرات با شیوع ۲-۳ درصد است که علت بروز آن مشخص نیست (۱). این ناهنجاری در نوجوانان دختر ۱۶-۱۱ ساله در حدود ۱۰ برابر بیشتر از پسران اتفاق می‌افتد (۱). در مطالعات قبلی فعالیت الکترومیوگرافی نامتقارن عضلات راست کننده ستون مهره‌ای (۲و ۳و ٤)، اختلالات تعادلی (٦و ٥)، عدم تقارن مغز (۷و۸) و اختلالات رشدی سیستم مرکزی عصبی (۷) با بروز و پیشرفت ناهنجاری اسکولیوز نوجوانی ایدیوپاتیک ارتباط داشته‌اند. ازآنجاکه راه رفتن به‌عنوان یک فعالیت پیچیده حرکتی توسط سیستم عصبی مرکزی کنترل می‌شود، هرگونه اختلال در عملکرد این سیستم ممکن است الگوی راه رفتن فرد را مختل نماید (۹و۱۰و۱۱). تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که متغیرهای کینماتیکی، کینتیکی و فعالیت عضلانی بیماران اسکولیوز درراه رفتن غیرعادی بوده‌اند (۹و۱۲و۱۳و۱٤و۱۵و۱٦و۱۷). در مطالعات قبلی تغییر متغیرهای کینماتیکی شامل، کاهش دامنه حرکتی شانه، ران و زانو (۱٤و۱۵و۱۸و۱۹) افزایش تیلت تنه (۱۹ و ۲۰)، افزایش دامنه حرکتی لگن (۱۸)، چرخش (۱۳و۱٤) و تیلت جانبی لگن و وضعیت نامناسب آن در صفحه عرضی (۱۸) و افزایش دورسی فلکشن مچ پا در مرحله نوسان (۱۸) در بیماران اسکولیوز گزارش شده است. همچنین طول قدم (۱٤) و طول گام (۹)، چرخش لگن (۱۳و۱٤) و کادنس (۱۳) در آن‌ها کم بوده است. البته برخی از محققین نیز سرعت راه رفتن و کادنس راه رفتن بیماران اسکولیوز را مشابه افراد سالم گزارش کرده‌اند (۱٤و۲۰و۲۱) و بین متغیرهای کینماتیکی سمت راست و چپ عدم تقارن دیده‌شده است (۱۱ و ۱۲). Mar و همکاران نیز در سال ۲۰۱۹ نشان دادند که بدتر شدن شاخص انحراف راه رفتن با کاهش سرعت در بزرگسالان مبتلا به اسکولیوز تخریبی ارتباط دارد (۲۲). در میان متغیرهای کینتیکی نیز افزایش فرکانس نیروی عکس‌العمل زمین و ضربه در بیماران اسکولیوز گزارش شده است (۲۳و۱۱). اختلال در متغیرهای نیروی عکس‌العمل و ضربه در مفاصل اندام تحتانی به‌نوبه خود ممکن است منشأ نیروهای نامتقارن بر ستون فقرات بوده و به‌نوعی با پیشرفت انحنای اسکولیوز مرتبط باشند. بنابراین بررسی دقیق‌تر کینتیک راه رفتن از جنبه‌های مختلف از اهمیت کلینیکی خاصی برخوردار است. از بین متغیرهای کینتیکی، نیروی عکس‌العمل زمین (۹و۱۱و۱٦و۱۷) و ضربه (۱٦و۲۳) در مطالعات قبلی گزارش‌شده است و برخی محققین نشان داده‌اند که تنه بیماران اسکولیوز نسبت به خط پیشروی به صورت نامتقارن می‌چرخد که باعث گشتاور چرخشی آزاد نامتقارن حول محور عرضی می شود (۹). در برخی مطالعات نیز نیروی عکس‌العمل زمین در جهت داخلی خارجی و همچنین ضربه در بیماران اسکولیوز به‌صورت نامتقارن بوده است (۱۷و۲۰). اما میزان تولید و جذب توان مفاصل مختلف اندام تحتانی، در این بیماران به‌خوبی موردبررسی قرار نگرفته است و فقط در یک مطالعه چاو[2] و همکاران نشان داده‌اند که بیماران اسکولیوز تولید و جذب توان کمتری در مفصل زانو دارند (۲٤). در مطالعه چاو و همکاران نمونه‌های موردمطالعه شامل انواع مختلف انحناهای اسکولیوز با علل مختلف بوده‌اند. درحالی‌که نوع انحنای اسکولیوز

1. Adolescent Idiopathic Scoliosis
2. Chow

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.5.7]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.105]

و جهت آن مکانیک بدن را به‌طور متفاوتی تغییر می‌دهد. بنابراین بهتر اســـت جهت درک مکانیک بهتر بدن بیماران ا سکولیوز، هر گروه ا سکولیوز به‌طور مجزا برر سی شود. ا سکولیوز سینه‌ای سمت را ست یکی از شایع‌ترین انواع اسکولیوز است که همراه با اسکولیوز دوبل احتمال پیشرفت آن نسبت به بقیه انواع اسکولیوز بیشتر ا ست (۲۵). توان مفا صل این نوع از انحنای ا سکولیوز تابه‌حال برر سی نشده ا ست. برر سی دقیق این متغیر می‌تواند در ارزیابی، بررسی علل مرتبط با ناهنجاری و نیز طراحی ورزش‌های درمانی نقش مهمی داشته با شد. هدف از مطالعه حا ضر مقایسه تولید و جذب توان مفا صل اندام تحتانی در بیماران مبتلا به ا سکولیوز نوجوانی ناشناخته با انحنای سینه‌ای راست و افراد سالم هنگام راه رفتن عادی بود.

روش‌شناسی

پژوهش حاضـر در زمره پژوهش‌های نیمه تجربی اسـت. جامعه آماری پژوهش حاضـر را بیماران اسـکولیوز دختر شهر همدان در دامنه سنی ۱۶-۱۰ سال تشکیل دادند. از درون جامعه آماری ۷۰۰۰ نفر غربالگری شدند و با استفاده از اسکولیومتر و شاقول میزان هامپ دنده‌ای و راستای ستون فقرات (راستای مهره هفتم گردنی تا خاجی) اندازه‌گیری شـــدند. افرادی که دارای هامپ دنده‌ای بیش از ۷ درجه، انحراف شـــاقول و عدم تقارن چین‌های پو ستی در دو سمت بدن بودند به پز شک اورتوپد معرفی شدند. با ارزیابی رادیوگرافی افرادی که دارای زاویه کاب[1] بیش از ۱۰ درجه در سمت راست سینه‌ای بودند و علت مشخصی برای انحنای اسکولیوز نداشتند مشخص شدند. از بین این افراد ۲۰ دختر نوجوان مبتلا به AIS به‌طور داوطلبانه به‌عنوان آزمودنی در این پژوهش شـرکت کردند. معیار حذف بیماران اسـکولیوز داشـتن سـابقه هر نوع درمان برای اسـکولیوز یا جراحی مهم تأثیرگذار در عملکرد سیستم عصبی ـــ عضلانی، دا شتن بیش از ۵ میلی‌متر اختلاف در طول اندام‌های تحتانی راست و چپ، داشتن درد کمر و هرگونه اختلالات عضلانی اسکلتی که بر روی الگوی راه رفتن تأثیر می‌گذارند، بود. اختلالات توسط پزشک موردبررسی قرار گرفت. اختلاف طول پا نیز توسط محقق برر سی شد. از بین دانش‌آموزان دختر نوجوان سالم نیز ۲۰ نفر همگن به‌طور تصادفی به‌عنوان گروه کنترل انتخاب شدند (جدول شماره ۱). آزمودنی‌های گروه کنترل دارای ستون فقرات طبیعی و طول پاهای یکسان بوده و فاقد سابقه شکستگی، جراحی و اختلالات عصبی و عضلانی- اسکلتی بودند. به آزمودنی‌ها و والدین آن‌ها اطلاعات لازم جهت مشـــارکت در این پژوهش داده شـــد و قبل از شـــرکت در مطالعه از والدین آن‌ها خواســته شــد تا فرم رضــایت کتبی را پر کنند. پروتکل این مطالعه در کمیته اخلاق پزشــکی دانشــگاه علوم پزشکی همدان با شماره ۱۶/۳۵/۹/۱۰۹/پ مورد تأیید قرار گرفت.

۱۶ مارکر منعکس‌کننده نور مادون‌قرمز به قطر ۱۴ میلی‌متر، بر ا ساس مدل پلاگ این گیت ست مارکر گذاری هلن هایس[2]، با ا ستفاده از چسب دوطرفه روی خار خا صره قدامی فوقانی و خلفی فوقانی، یک سوم فوقانی ران را ست، یک سوم تحتانی ران چپ، انتهای دیـــــستال ران روی اپی‌کندیل خارجی، یک سوم فوقانی ساق را ست، یک سوم تحتانی ساق چپ، پا شنه، قوزک خارجی و سر متاتارس دوم در دو سمت را ست و چپ

1. Cobb angle
2. Helen Hayes

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.5.7]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.105]

نصب شدند (۱۸). با استفاده از دستگاه تحلیل حرکتی وایکان[1] ٤٦٠ با ٤ دوربین سری T (فرکانس ۱۰۰ هرتز و دو صفحه نیروی کیستلر[2] (فرکانس ۱۰۰۰ هرتز)(٤٠*٦٠ سانتی‌متر)، اطلاعات کینماتیکی و کینتیکی راه رفتن با سرعت عادی آزمودنی‌ها به‌طور هم‌زمان در فضای کالیبره شده در یک مسیر ۱۲ متری در داخل آزمایشگاه بیومکانیک دانشگاه آزاد همدان ثبت شد. قبل از شروع آزمون‌ها، صفحه نیرو و دوربین‌ها کالیبره شدند. برای کالیبره کردن دستگاه صفحه نیرو از یک وزنه ۱۰ کیلوگرمی استفاده شد. کالیبره کردن دوربین‌ها، با استفاده از یک وند و در فضایی به ابعاد m^3 ۱/۵*۲*۳ صورت گرفت که این فضا در وسط مسیر ۱۲ متری آزمایشگاه و محلی که صفحه نیروها قرار داشتند انجام می‌شد. برای تکمیل مراحل کالیبراسیون و تعریف مدل ایستای فرد، تصویر مارکرها در حالت ایستاده به صورتی که دست‌ها به حالت ضربدری در جلوی سینه نگه‌داشته می‌شد در وسط فضای کالیبراسیون ثبت می‌شد. برای هم‌زمان‌سازی دوربین‌ها با دستگاه صفحه نیرو از واحد پردازندهٔ MX Giganet استفاده شد. اطلاعات به‌دست‌آمده از دوربین با استفاده از نرم‌افزار وایکان نکسوس ۲. ۸. ۱ پردازش شدند. داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از فیلتر باترورث سطح چهار و بدون اختلاف فازی با فرکانس برش ٦ هرتز هموار شدند.

جدول شماره ۱. میانگین و انحراف معیار خصوصیات دموگرافیک آزمودنی‌ها

	تعداد	قد (cm)	جرم (kg)	سن (سال)	BMI kg/m²	زاویه کاب (درجه)
اسکولیوز	۲۰	۱٦۳/۹±٥/٤	٤۹/٦±۷/۷	۱٤/۰±۱/۳	۱۸/٦±۲/٤	۲۷/۹±۸/۲
سالم	۲۰	۱٦۲/٥±٥/۳	٤۹/۰±۸/۰	۱٤/۱±۱/٥	۱۹/۳±۲/۳	-

داده‌های فیلتر شده به نرم‌افزار وایکان پلیگان[3] ۱. ٥. ۳ اکسپورت[4] می‌شدند و با استفاده از این نرم‌افزار و معادلات دینامیک معکوس، متغیرهای کینتیکی شامل تولید و جذب توان مفاصل ران، زانو و مچ پا در صفحه ساجیتال هنگام راه رفتن با سرعت عادی در پای راست و چپ توسط نرم‌افزار محاسبه و متغیرهای موردمطالعه استخراج شدند. برای بررسی تقارن شاخص تقارن به‌صورت زیر محاسبه گردید (۲٦):

شاخص تقارن = (راست - چپ) / ((راست + چپ)*۰/٥)*۱۰۰

برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها نیز از روش شاپیروویلک استفاده شد. با توجه به اینکه توزیع داده‌ها نرمال بود($p>۰/۰٥$)، برای وصف داده‌ها از میانگین و انحراف استاندارد و آمار استنباطی آنووا در سطح معناداری $\alpha\leq۰/۰٥$ برای تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج مربوط به تولید و جذب توان هر مفصل به‌طور جداگانه در نمودارهای زیر نشان داده‌شده‌اند. در این نمودارها، مقادیر مثبت و منفی به ترتیب تولید و جذب توان را نشان می‌دهند. جدول ۱ حداکثر تولید و جذب

1. Vicon 460
2. Kistler force plate
3. Vicon Polygon 3.5.1
4. Export

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.5.7]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.105]

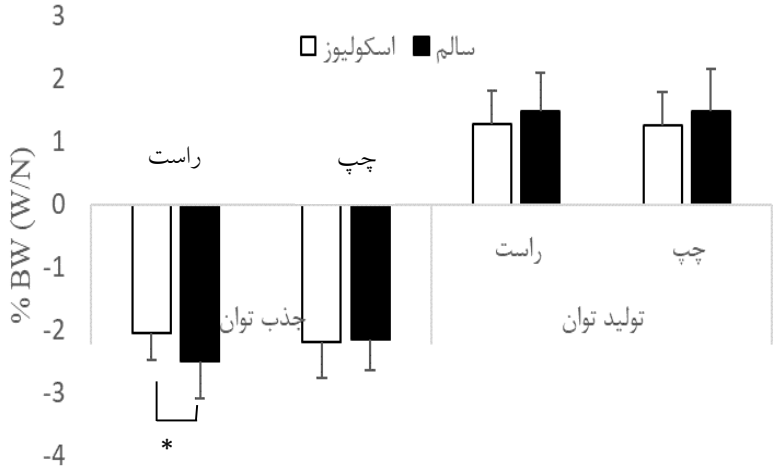
توان مفصل ران پای راست و چپ بیماران اسکولیوز و افراد سالم را نشان می‌دهد. در مفصل ران پای راست، حداکثر توان جذب‌شده در بیماران اسکولیوز تفاوتی با حداکثر جذب توان افراد سالم نداشت (p=۰/٦٤) در پای چپ نیز نتیجه مشابهی دیده شد (p=۰/۳۵). میزان توان تولیدشده در مفصل ران بیماران اسکولیوز و افراد سالم نیز در هر دو پای راست و چپ مشابه بودند و تفاوت بین گروهی معنادار نبود (p>۰/۰۵).

جدول شماره ۱. جذب و تولید توان مفصل ران در پای راست و چپ بیماران اسکولیوز و افراد سالم هنگام راه رفتن

		اسکولیوز	سالم	اختلاف میانگین‌ها	مقدار P
تولید توان %BW: (W/N)	راست	۲/۲۱±۰/۵٦	۲/۱۵±۰/٤۰	۰/۰٦±۰/۰۵	۰/۹۰
	چپ	۲/٦۳±۱/٤۲	۲/۲٤±۰/٦۱	۰/۳۹±۰/۲٦	۰/۲٦
جذب توان %BW: (W/N)	راست	-۳/٤۷±۰/۹۳	-۳/۳۵±۰/٤۸	-۰/۱۲۲±۰/۲۹	۰/٤٦
	چپ	-۳/٤۷±۱/۱۹	-۳/۱۳±۰/٦۷	-۰/۳۰۵±۰/۳۲	۰/۳۵

جذب و تولید توان مفصل ران در دو سمت چپ و راست برای هر دو گروه متقارن بود (p>۰/۰۵).

نمودار شماره ۲ جذب و تولید توان مفصل زانو را در پای راست و چپ بیماران اسکولیوز و افراد سالم نشان می‌دهد. تولید توان زانو در هر دو پای راست و چپ بیماران AIS و گروه کنترل مشابه بود و بین توان دو گروه تفاوتی دیده نشد (p>۰/۰۵). اما جذب توان زانوی راست بیماران اسکولیوز به‌طور معناداری به‌اندازه ۱۲/۵٪ کمتر از افراد سالم بود (p=۰/۰۱). در پای چپ، بین دو گروه اختلافی مشاهده نگردید (p=۰/۸۵). همچنین در هر دو گروه میزان جذب و تولید توان زانوی متقارنی دیده شد (p>۰/۰۵).

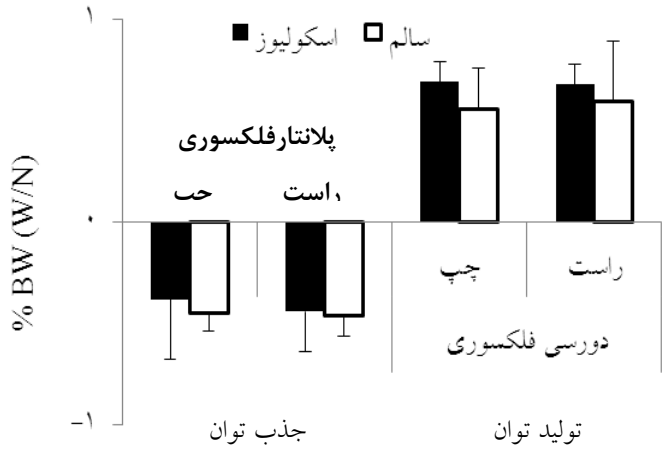


نمودار شماره ۲. حداکثر جذب و تولید توان مفصل زانو در پای راست و چپ بیماران اسکولیوز و افراد سالم

میزان تولید و جذب توان مچ پای بیماران اسکولیوز و افراد سالم هنگام راه رفتن در نمودار شماره ۳ نمایش داده‌شده است. همانند مفصل ران، در هر دو پای راست و چپ، بیماران اسکولیوز و افراد سالم میزان تولید و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.5.7]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.105]

جذب توان مچ پای مشابهی هنگام راه رفتن داشتند (p>۰/۰۵) و بین شاخص تقارن دو گروه تفاوتی مشاهده نگردید (p>۰/۰۵).



نمودار شماره ۳. جذب و تولید توان مفصل مچ پای راست و چپ بیماران اسکولیوز و افراد سالم هنگام راه رفتن

بحث

هدف از مطالعه حاضر مقایسه تولید و جذب توان مفاصل اندام تحتانی در بیماران مبتلا به اسکولیوز نوجوانی نا شناخته (AIS) و افراد سالم هنگام راه رفتن عادی بود. نتایج نشان دادند که در هر دو پای را ست و چپ، بین میزان تولید و جذب توان مفا صل ران و مچ پای بیماران ا سکولیوز و افراد سالم تفاوتی وجود ندارد. اما بیماران اسکولیوز میزان جذب توان زانوی راست کمتری از افراد سالم داشتند. همچنین در هر دو گروه توان پای راست و چپ مشابه هم و متقارن بودند. تابه‌حال تنها در یک مطالعه توسط Chow و همکاران (۲۰۱٤)، توان مفا صل اندام تحتانی بیماران ا سکولیوز و افراد سالم موردبرر سی قرارگرفته ا ست که آن‌ها نیز در تایید یافته‌های مطالعه حاضر، بین تولید و جذب توان مفاصل ران و مچ پای دو گروه بیمار اسکولیوز و افراد سالم تفاوتی مشاهده نکردند (۲٤). همچنین همسو با یافته های مطالعه حاضر، آن‌ها نیز جذب توان کمتری در زانوی راست بیماران اسکولیوز گزارش کردند. درحالیکه در مطالعه آن‌ها تولید توان زانو نیز در بیماران اسکولیوز کمتر بود که با یافته‌های مطالعه حاضر همخوانی ندارد. در مطالعه ایشان، انواع مختلف انحنای اسکولیوز از جمله انحنای توراسیک، لومبار و توراکولومبار در سمت راست و چپ و همچنین انحنای دوبل در یک مطالعه بررسی شده بودند (۲٤) درحالی که سمت انحنا و محل آن ممکن است مکانیک بدن و کنترل پوسچر را به‌طور متفاوتی تحت تأثیر قرار دهد (۲۷). برخلاف یافته های مطالعه حاضر Steeley و همکاران توان مکانیکی نامتقارنی در مفاصل زانو و مچ پا در افراد دارای اختلاف طول پا گزارش کردند و میزان این عدم تقارن در افراد دارای اختلاف پای زیاد بیشتر از افراد دارای اختلاف طول پای کمتر بود (۲۸). دلیل ناهمخوانی یافته‌های مطالعه حاضر با مطالعه Steeley و همکاران را می توان به نوع آزمودنی‌ها نسبت داد. در مطالعه حاضر اختلاف طول پای بیش از ۵ میلیمتر یکی از معیارهای خروج آزمودنی‌ها بود. براساس مرور

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.5.7]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.105]

انجام شده، مطالعه حاضر برای اولین بار در بیماران اسکولیوز دارای انحنای توراسیک سمت راست گزارش می شود. بنابراین مطالعه ای که بتوان نتایج حاضر را با آن مقایسه نمود یافته نشد. در مطالعات قبلی فلکشن زانوی کمتری در بیماران اسکولیوز گزارش شده است (١٤). کاهش فلکشن زانوی راست بیماران اسکولیوز در حین راه رفتن ممکن است باعث کاهش انقباض اکسنتریک اکستنسورهای زانو برای جذب ضربه در مرحله پاسخ بارگیری و در نتیجه کاهش جذب توان در این مفصل می‌شود. ازطرفی نیز در برخی مطالعات گزارش شده است که توزیع وزن در پای راست و چپ بیماران اسکولیوز نامتقارن بوده و پای سمت تقعر انحنا (در این مطالعه سمت چپ) وزن کمتری تحمل می کند و نیروی عکس‌العمل زمین (Fz1) در پای چپ بیماران اسکولیوز کمتر از افراد سالم است (١٥و١٦). این عامل نیز می تواند بر میزان توان مکانیکی در این افراد اثرگذار باشد و تغییرات نامتقارن گشتاور و نیروی عکس‌العمل نیز ممکن است با کاهش یک‌طرفه و نامتقارن جذب توان در مفصل زانو مرتبط باشند.

همچنین مطالعات قبلی نشان داده‌اند که بیماران اسکولیوز برای کنترل تعادل خود بر گیرنده های حس عمقی مچ پا بیشتر از افراد سالم تکیه می کنند (٢٩و٤). در غیاب اطلاعات سیستم بینایی نیز، برای کنترل تعادل دینامیکی خود فعالیت عضلات مولتی فیدوس و سرینی میانی را نسبت به افراد سالم افزایش می‌دهند (**٢٩**). براساس نتایج مطالعات یاد شده می توان گفت که در مطالعات قبلی بر اهمیت استراتژی های هیپ و مچ پا در کنترل پوسچر ایستا و پویای بیماران اسکولیوز تاکید زیاد می‌شده است (**٢٩**). درحالیکه نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که هنگام راه رفتن و کنترل پوسچر دینامیکی، عملکرد مفصل زانو نیز در بیماران اسکولیوز با اختلال مواجه بوده و می تواند از اهمیت کلینیکی خاصی برخوردار باشد. اجزای مختلف بدن انسان همانند یک زنجیر به هم وصل می باشند و تغییر در ساختار یک بخش از بدن مثل انحنای اسکولیوز بر عملکرد بخش‌های دیگر بدن نیز تاثیرگذار خواهد بود و همانطوریکه در مطالعه حاضر مشاهده گردید این تغییرات ممکن است در اندامهایی نیز روی دهد که بسیاری از درمانگران به آن توجهی نمی کنند.

در مطالعه حاضر توان مفاصل بدون درنظر گرفتن فعالیت عضلات بررسی شده بود، بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی فعالیت الکتریکی عضلات نیز به‌طور هم‌زمان اندازه‌گیری شود تا مکانیسم ناهنجاری به‌طور دقیق مشخص شود.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در بیماران اسکولیوز جذب توان در مفصل زانوی سمت تقعر کاهش می یابد. توصیه می‌شود در ارزیابی‌های کلینیکی بیماران اسکولیوز و طراحی برنامه درمانی مناسب جهت جلوگیری از پیشرفت این ناهنجاری و درمان آن، علاوه بر توجه به ساختار و عملکرد ستون فقرات و لگن که در مطالعات قبلی نشان داده‌شده است، باید بر ارزیابی جنبه‌های کینتیکی اندام تحتانی بویژه مفصل زانو هنگام راه رفتن نیز توجه ویژه‌ای شود.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.5.7]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.105]

تشکر و قدردانی

پژوهشگران از از تمامی آزمودنیها بویژه بیماران اسکولیوز به خاطر همکاری صمیمانه در اجرای تست‌ها و از دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان به خاطر دراختیار گذاشتن آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی تقدیر و تشکر می‌نمایند.

منابع

1. Weinstein S.L, Dolan L.A., Spratt K.F., Peterson K.K., Spoonamore MJ., Ponseti I.V. (2003). Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis. A 50-year natural history study. The Journal of the American Medical Association; 289 (5): 559-67.
2. Barba, N., Ignasiak, D., Villa, T.M.T., Galbusera, F., & Bassani, T. (2021). Assessment of trunk muscle activation and intervertebral load in adolescent idiopathic scoliosis by musculoskeletal modelling approach. Journal of Biomechanics, 114, 110154.
3. Farahpour, N., Ghasemi, S., Allard, P., & Saba, M. S. (2014). Electromyographic responses of erector spinae and lower limb's muscles to dynamic postural perturbations in patients with adolescent idiopathic scoliosis. Journal of Electromyography and Kinesiology, 24(5), 645-651.
4. Yazdani, S., Farahpour, N., Delavar, A., & Farahmand, F. (2017). Electromyographical activity of erector spinae and glutens medius muscles in patients with adolescent idiopathic scoliosis during gait. Majallah-i pizishki-i Danishgah-i Ulum-i Pizishki va Khadamat-i Bihdashti-i Darmani-i Tabriz, 38(6), 84.
5. Wu, K.W., Lu, T.W., Lee, W.C., Ho, Y.T., Huang, T.C., Wang, J.H., & Wang, T.M. (2020). Altered balance control in thoracic adolescent idiopathic scoliosis during obstructed gait. Plos one, 15(2), e0228752.
6. Scheyerer, M.J., Rohde, A., Stuermer, K.J., Kluenter, H.D., Bredow, J., Oikonomidis, S., ... & Eysel-Gosepath, K. (2020). Impact of the Vestibular System on the Formation and Progression to Idiopathic Scoliosis: A Review of Literature. Asian Spine Journal. 1-7.
7. Burwell, R.G., Cole, A.A., Cook, T.A., Grivas, T.B., Kiel, A.W., Moulton, A., ... & Wemyss-Holden, S.A. (1992). Pathogenesis of idiopathic scoliosis. The Nottingham concepts. Acta Orthopaedica Belgica, 58, 33-58.
8. Carry, P.M., Duke, V.R., Brazell, C.J., Stence, N., Scholes, M., Rousie, D.L., & Hadley Miller, N. (2020). Lateral semi-circular canal asymmetry in females with idiopathic scoliosis. PloS one, 15(4), e0232417.
9. Kramers-de Quervain, I.A., Müller, R., Stacoff, A., Grob, D., & Stüssi, E. (2004). Gait analysis in patients with idiopathic scoliosis. European Spine Journal, 13(5), 449-456.
10. Bortone, I., Piazzolla, A., Buongiorno, D., Bizzoca, D., Fiore, P., Bevilacqua, V. and Moretti, B., 2020, June. Influence of clinical features of the spine on Gait Analysis in adolescent with idiopathic scoliosis. In 2020 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA). 1-6.
11. Giakas, G., Baltzopoulos, V., Dangerfield, P.H., Dorgan, J.C., & Dalmira, S. (1996). Comparison of gait patterns between healthy and scoliotic patients using time and frequency domain analysis of ground reaction forces. Spine, 21(19), 2235-2242.
12. Garg, B., Gupta, M., Mehta, N. and Malhotra, R., 2021. Influence of Etiology and Onset of Deformity on Spatiotemporal, Kinematic, Kinetic, and Electromyography Gait Variables in Patients with Scoliosis—A Prospective, Comparative Study. Spine, 46(6), 374-382.
13. Chen, P.Q., Wang, J. L., Tsuang, Y.H., Liao, T.L., Huang, P.I., & Hang, Y.S. (1998). The postural stability control and gait pattern of idiopathic scoliosis adolescents. Clinical biomechanics, 13(1), S52-S58.
14. Mahaudens, P., Banse, X., Mousny, M., & Detrembleur, C. (2009). Gait in adolescent idiopathic scoliosis: kinematics and electromyographic analysis. European spine journal, 18(4), 512-521.
15. Karski, T., & Karski, J. (2014). The biomechanical etiology of the so-called idiopathic scoliosis. The role of gait and standing at "ease" on the right leg in the development of the deformity. Surgical Science, 33-38.
16. Yazdani, S., & Farahpour, N. (2017). Kinetic gait analysis in patients with adolescent idiopathic scoliosis and normal control subjects. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation, 6(2), 48-59.
17. Chockalingam, N., Dangerfield, P.H., Rahmatalla, A., Ahmed, E.N., & Cochrane, T. (2004). Assessment of ground reaction force during scoliotic gait. European Spine Journal, 13(8), 750-754.
18. Syczewska, M., Graff, K., Kalinowska, M., Szczerbik, E., & Domaniecki, J. (2012). Influence of the structural deformity of the spine on the gait pathology in scoliotic patients. Gait & Posture, 35(2), 209-213.
19. Park, Y.S., Woo, B.H., Kim, J.M., Chae, W.S., Kim, D.S., Jung, J.H., ... & Lim, Y.T. (2012). Comparison of gait analysis between adolescent idiopathic scoliosis patients and age matched controls. In ISBS-Conference Proceedings Archive.
20. Yang, J. H., Suh, S. W., Sung, P. S., & Park, W. H. (2013). Asymmetrical gait in adolescents with idiopathic scoliosis. European Spine Journal, 22(11), 2407-2413.
21. Prince, F., Charbonneau, M., Lemire, G., & Rivard, C.H. (2010). Comparison of locomotor pattern between idiopathic scoliosis patients and control subjects. Scoliosis, 5(1), 1-1.O34.
22. Mar, D., Lieberman, I., & Haddas, R. (2019). The Gait Deviation Index as an indicator of gait abnormality among degenerative spinal pathologies. European Spine Journal, 1-9.
23. Bruyneel, A.V., Chavet, P., Ebermeyer, E., & Mesure, S. (2011). Idiopathic scoliosis: relations between the Cobb angle and the dynamical strategies when sitting on a seesaw. European Spine Journal, 20(2), 247-253.
24. Chow, D.H., Kwok, M.L., Au-Yang, A.C., Holmes, A.D., Cheng, J.C., Yao, F.Y., & Wong, M. S. (2006). The effect of load carriage on the gait of girls with adolescent idiopathic scoliosis and normal controls. Medical Engineering & Physics, 28(5), 430-437.
25. Reamy, B.V., & Slakey, J. (2001). Adolescent idiopathic scoliosis: review and current concepts. American Family Physician, 64(1), 111-117.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.5.7]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.105]

26. Allard P, Lachance R, Aissaoui R, Sadeghi H, Duhaime H. (1997). Men and women able-bodied gait. In: Three-dimensional analysis of human locomotion. John Wiley and Sons Inc. 307-334.
27. Gauchard, G.C., Lascombes, P., Kuhnast, M., & Perrin, P.P. (2001). Influence of different types of progressive idiopathic scoliosis on static and dynamic postural control. Spine, 26(9), 1052-1058.
28. Seeley, M.K., Umberger, B.R., Clasey, J.L., & Shapiro, R. (2010). The relation between mild leg-length inequality and able-bodied gait asymmetry. Journal of Sports Science & Medicine, 9(4), 572-579.
29. Simoneau, M., Richer, N., Mercier, P., Allard, P., & Teasdale, N. (2006). Sensory deprivation and balance control in idiopathic scoliosis adolescent. Experimental Brain Research, 170(4), 576-582.

نحوه درج مقاله: شیرین یزدانی، نادر فرهپور، (۱٤۰۰). توان مکانیکی مفاصل اندام تحتانی راست وچپ در افراد مبتلا به اسکولیوز نوجوانی ناشناخته و افراد سالم هنگام راه رفتن. پژوهش در طب ورزشی و فناوری. ۱۹(۱):۱۱۳-۱۰۵. دی او آی ۱۰.۲۹۲۵۲/jsmt.۱۹.۱.۱۰۵

How to cite this article: Shirin Yazdani, Nader Farahpour. (2021). The mechanical power of right and left lower extremity joints during walking in patients with adolescent idiopathic scoliosis and healthy controls. 19(1):105-113. (In Persian). DOI: 10.29252/jsmt.19.1.105.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.5.7]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.105]