

# The Effects of Schroth Corrective Exercises on Straight Length in Adolescents With Triple-Curve Thoracic Idiopathic Scoliotic

Keshtiarai A<sup>1</sup>, \*Seidi F<sup>2</sup>, Karimi MT<sup>3</sup>

## Author Address

1. PhD Student in Pathology and Corrective Movements, University of Tehran, Tehran, Iran;
2. PhD in Pathology and Corrective Movements, Associate Professor, University of Tehran, Tehran, Iran;
3. PhD in Technical Orthopedics, Associate Professor, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

\*Corresponding author's email: [foadseidi@ut.ac.ir](mailto:foadseidi@ut.ac.ir)

Received: 2019 October 9; Accepted: 2019 December 27

## Abstract

**Background & Objectives:** Adolescent scoliosis is defined as a spinal deformity in a skeletally mature patient with a Cobb angle of  $>10^\circ$  in the coronal plane. Scoliosis is a condition that occurs in the spinal column at three-plane, involving the skeletal, muscular, and nervous systems. It ultimately affects the biomechanics of body movements, such as walking, running, and jogging. Muscular imbalance in different parts of the spine is among the causes of interstitial scoliosis; it can appear as weak and short patterns on the sides of the spine, causing side-and-sided anomalies in the spinal column of the individual. Different approaches are available to correct this condition. In this regard, the Schroth approach claims to provide a favorable effect on the correction of adolescent idiopathic scoliosis. Therefore, the current study aimed to investigate the effect of Schroth corrective exercise on straight length in adolescents with scoliosis.

**Methods:** This was a quasi-experimental study with a pretest-posttest and a control group design. This research was performed on 30 adolescents with scoliosis. The mean $\pm$ SD age of the study subjects was  $14.85\pm 3.73$  years; their mean $\pm$ SD Body Mass Index (BMI) equaled  $20.41\pm 1.34$  kg/m<sup>2</sup>, and their mean $\pm$ SD Cobb angle was measured as  $16.54\pm 2.12$  degree. The inclusion criteria of the study included having triangular thoracic scoliosis, having a thoracic arch angle of 10–20 degrees respecting the scale of Cobb angle and the radiograph in the patients' medical records, and an age range of 12–18 years. The exclusion criteria of the study were non-participation in two consecutive training sessions and three non-consecutive sessions, the lack of proper cooperation, pain, and dissatisfaction to continue research. The 8-week training program of the intervention group was considered as an independent variable. The step length, i.e., measured using video recording by a camera, was considered as a dependent variable. For investigating differences between the control and intervention groups, we used the Independent Samples t-test. Besides, the differences between pretest and posttest stages were examined applying Dependent Samples t-test at the significance level of 0.05 in SPSS.

**Results:** The results of the Dependent Samples t-test revealed a significant difference between the pretest and posttest values of the intervention group ( $p=0.001$ ); however, there was no significant difference between the pretest and posttest values of the control group ( $p=0.106$ ). The results of the Independent Samples t-test suggested a significant difference between the control and intervention groups ( $p=0.002$ ). The stride length of the intervention group has increased by 8.3 cm. The effectiveness of this intervention on Cohen's D scale was calculated as 1.66, indicating the high efficacy of this exercise intervention.

**Conclusion:** According to the present study data, there was an increase of about 8.3 cm in the stride length of the study subjects. Thus, Schroth corrective exercise significantly impacted the stride length of adolescents with triple-curve thoracic idiopathic scoliotic.

**Keywords:** Schroth corrective exercise, Straight length, Idiopathic scoliosis.

## تأثیر تمرینات اصلاحی شروت بر طول گام نوجوانان مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک سه قوسی با قوس اصلی ناحیه توراسیک

علی کشتی‌آرای<sup>۱</sup>، \*فؤاد صیدی<sup>۲</sup>، محمدتقی کریمی<sup>۳</sup>

توضیحات نویسندگان

۱. دانشجوی دکتری آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشگاه تهران، تهران، ایران؛  
 ۲. دکتری آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشیار دانشگاه تهران، تهران، ایران؛  
 ۳. دکتری ارتوپد فنی، دانشیار دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.  
 \*رایانامه نویسنده مسئول: foadseidi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۷ مهر ۱۳۹۸؛ تاریخ پذیرش: ۳ دی ۱۳۹۸

### چکیده

**زمینه و هدف:** اسکولیوز ناهنجاری است که سیستم‌های مختلف بدن را درگیر می‌کند و بر حرکات بدن از جمله راه رفتن تأثیر می‌گذارد؛ از این رو، هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر تمرینات شروت بر طول گام نوجوانان مبتلا به اسکولیوز بود.

**روش بررسی:** این پژوهش نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. پژوهش حاضر بر ۳۰ نوجوان مبتلا به اسکولیوز مرکز توان‌بخشی اصفهان با میانگین سنی  $14/85 \pm 3/73$  سال، شاخص BMI  $1/34 \pm 2/41$  کیلوگرم بر مجذور متر و میزان زاویه کوب  $16/54 \pm 2/12$ ، در گروه‌های مداخله و گواه انجام شد. برنامه تمرینی گروه مداخله به مدت هشت هفته به عنوان متغیر مستقل و طول گام که با استفاده از فیلم اندازه‌گیری شد، به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. به منظور بررسی تفاوت بین گروه‌های مداخله و گواه از آزمون تی مستقل و برای تفاوت پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر گروه از آزمون تی وابسته با سطح معناداری  $0/05$  در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ استفاده شد.

**یافته‌ها:** با توجه به نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه مداخله، طول گام این افراد به میزان  $8/3$  سانتی‌متر افزایش یافت و براساس نتایج آزمون تی وابسته، بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه مداخله تفاوت معنادار وجود داشت ( $p=0/001$ )؛ ولی در گروه گواه نتیجه این آزمون معنادار نبود؛ همچنین نتایج آزمون تی مستقل نشان‌دهنده وجود تفاوت معنادار بین گروه‌های مداخله و گواه بود ( $p=0/002$ ).

**نتیجه‌گیری:** با توجه به افزایش  $8/3$  سانتی‌متری طول گام بیماران اسکولیوزی این تحقیق درمی‌یابیم، تمرینات شروت بر طول گام نوجوانان مبتلا به اسکولیوز سه قوسی با قوس اصلی ناحیه توراسیک تأثیر معناداری دارد.

**کلیدواژه‌ها:** تمرینات اصلاحی شروت، طول گام، اسکولیوز ایدیوپاتیک.

اسکولیوز<sup>۱</sup> از رایج‌ترین مشکلات ارتوپدی در ستون فقرات است که بیشتر در سنین نوجوانی اتفاق می‌افتد و باعث انحراف و چرخش ستون فقرات و تغییر راستای طبیعی قفسه سینه می‌شود (۱). اسکولیوز، ناهنجاری سه‌بعدی در ستون فقرات است که منجر به ایجاد انحنای در صفحه فرونتال و چرخش‌هایی در صفحه هوریزنتال می‌شود؛ همچنین قوس‌های طبیعی ستون مهره‌ها را در صفحه ساجیتال دستخوش تغییر می‌کند (۲). میزان زاویه انحنای فرد مبتلا به اسکولیوز به‌طور معمول با اشعه ایکس اندازه‌گیری می‌شود و از آن به‌عنوان زاویه انحراف نام می‌برند که براساس برخی از منابع انحراف (زاویه کوب) بیش از ۵ درجه و برخی منابع دیگر بیش از ۱۰ درجه در صفحه فرونتال و چرخش مهره‌ای بیش از ۳ درجه را شامل می‌شود (۳). نبود تقارن مغزی، رشد غیرطبیعی سیستم اعصاب مرکزی، غیرطبیعی بودن صفحات انتهایی استخوان‌ها، به‌کارگیری یک‌طرفه بدن در فعالیت روزمره و خواب و بسیاری از عوامل دیگر از علل احتمالی بروز این اختلال است.

براساس تئوری عکس‌العمل زنجیره‌ای، پیشرفت اسکولیوز می‌تواند ناهنجاری را به سایر قسمت‌های دیستال و پروگزیمال بدن منتقل کند. ایجاد بدشکلی در قفسه سینه، برجسته‌شدن دنده‌ها و کتف، نابرابری سطح شانه‌ها، انحراف جانبی تنه (۴)، تغییر انحنای قدامی-خلفی ستون فقرات در نواحی کمری، سینه‌ای و گردنی و اثرات منفی روانی در فرد از جمله عوارض ثانویه ناهنجاری اسکولیوزی است (۵). تغییرات ایجادشده در قفسه سینه منجر به کاهش ظرفیت فیزیولوژیک فرد مبتلا می‌شود و در نتیجه فرد گرفتار سیکل معیوبی از نداشتن فعالیت جسمانی و کاهش کیفیت زندگی خواهد شد (۶). در افراد مبتلا به اسکولیوز به‌دلیل تغییرات بیومکانیکی ستون فقرات و به‌دنبال آن تغییر موقعیت مرکز ثقل نسبت به سطح اتکا، تعادل و گواه حرکتی نیز کاهش می‌یابد (۷). همچنین نحوه توزیع وزن در بدن فرد مبتلا به اسکولیوز به‌دلیل ایجاد انحراف در ستون فقرات دچار تغییر می‌شود که به‌طورکلی این اختلالات می‌توانند الگوی راه‌رفتن را تغییر دهند و آن را از حالت طبیعی خارج کنند (۸). در واقع در راه‌رفتن طبیعی، الگوی فعالیت مناسب ستون فقرات و ماهیچه‌های اندام تحتانی برای گواه حرکت قسمت‌های متحرک و تعادل تنه در طول هر گام نیاز است؛ بنابراین تغییرات ناشی از ناهنجاری اسکولیوز در ستون فقرات می‌تواند عامل مختل‌کننده راه‌رفتن طبیعی باشد (۹).

از مشکلات ایجادشده در راه‌رفتن در اثر ناهنجاری اسکولیوز می‌توان به کاهش دامنه حرکتی، کاهش طول گام، تغییر در آهنگ گام‌برداری و کاهش سرعت حرکت اشاره کرد (۹). تاکنون مطالعات متعددی به‌منظور یافتن روشی مناسب در جهت اصلاح اسکولیوز و مشکلات ناشی از آن صورت گرفته است. از میان روش‌های موجود روش‌های تهاجمی از جمله جراحی و روش‌های غیرتهاجمی برای اصلاح اسکولیوز پیشنهاد شده است. روش‌های جراحی و بريس‌گذاري عوارض زیادی به‌همراه دارد (۱۰) که از جمله این عوارض می‌توان به

تهدید بهداشت روانی و کیفیت زندگی فرد، مشکلاتی از قبیل افسردگی، اضطراب، اختلالات اجتماعی و تصویر بدنی نامطلوب از خود اشاره کرد (۵). روش‌های غیرتهاجمی به‌طور ویژه تمرینات جسمانی درمقایسه با سایر روش‌های اصلاح اسکولیوز (جراحی و بريس) عوارض کمتری دارد. این روش علاوه بر بهبود ناهنجاری‌ها، با افزایش سطح فعالیت جسمانی اثرات مثبتی بر بهداشت روانی و کیفیت زندگی فرد خواهد داشت (۱۱). تمرینات اصلاحی از طریق سازگاری‌های مثبت در ساختار و عملکرد عضلانی و سایر بافت‌های نرم وابسته به ستون فقرات، تأثیر مکانیکی خود را اعمال می‌کند. همچنین این باور وجود دارد که تمرینات خاص اسکولیوز می‌تواند از طریق تحت‌تأثیر قراردادن تغییرات نورولوژیک، گواه حرکتی ستون فقرات را دستکاری کند (۱۲). در همین راستا اشتخوینسکایت و همکاران در تحقیقی با ارزیابی تأثیر تمرینات شروت<sup>۲</sup> بر استقامت ایستای تنه و تحرک‌پذیری ستون فقرات دختران مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک، به بررسی استقامت ایستا و تحرک‌پذیری ۵۰ دختر نوجوان مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک در دو گروه تمرینات اصلاحی شروت و تمرینات با رویکرد سنتی پرداختند. در این مطالعه از الکترومیوگرافی و تست فاصله انگشتان تا زمین به‌ترتیب به‌منظور اندازه‌گیری استقامت و تحرک‌پذیری تنه و ستون مهره استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد، درمقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو گروه تمرینات سنتی و تمرینات شروت، در استقامت تنه و تحرک‌پذیری تغییرات معناداری مشاهده شد که حاکی از بهبود این دو فاکتور بود؛ همچنین با مقایسه دو گروه تمرینات سنتی و تمرینات شروت، اختلاف معناداری گزارش شد که مؤید تأثیرات بیشتر تمرینات شروت درمقایسه با تمرینات سنتی بود (۱۳). نیشیدا و همکاران در مطالعه‌ای با عنوان «موقعیت قوس اصلی بر کینماتیک تنه نامتقارن در حین راه‌رفتن، در نوجوانان مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک تأثیرگذار است»، روی تقارن تنه ۲۲ فرد مبتلا به اسکولیوز با قوس اصلی ناحیه توراسیک و ۱۷ بیمار دیگر با قوس اصلی ناحیه لومبار، در سه صفحه به‌وسیله سیستم آنالیز حرکت، به مطالعه پرداختند و نتایج آن را این‌گونه گزارش کردند: در گروه اول در حین راه‌رفتن تنه چرخش معناداری به‌سمت تقعر در صفحه افقی و در گروه دیگر تنه چرخش معناداری به‌سمت تحدب، در صفحه عمودی، در سراسر فاز تکیه‌گاه راه‌رفتن، داشت (۱۴). پارک و همکاران در مطالعه‌ای با بررسی آنالیز هماهنگی بین توراسیک و پلوئیس در کینماتیک راه‌رفتن در نوجوانان مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک، روی ۶۹ دختر نوجوان تحقیق کردند. در این مطالعه سرعت حرکت، طول گام و انعطاف‌پذیری پلوئیس و توراسیک با استفاده از سیستم آنالیز حرکت سه‌بعدی و هماهنگی بین توراسیک و پلوئیس با تکنیک وکتور کدینگ اندازه‌گیری شد. نتایج این مقایسه حاکی از آن بود که هماهنگی توراسیک و پلوئیس و شاخصه‌های کینماتیک راه‌رفتن در افراد بیمار با افراد سالم تفاوت معنادار دارد؛ باتوجه به این دیدگاه می‌توان نتیجه گرفت، در افراد مبتلا به اسکولیوز ثبات تنه در راه‌رفتن کمتر از گروه گواه است (۱۵). سزگیویسکا و همکاران در پژوهشی به بررسی تأثیر شکل ناهنجاری ستون مهره بر پارامترهای راه‌رفتن افراد مبتلا به

2. Schroth

1. Scoliosis

اسکولیوز، روی ۶۰ فرد مبتلا به اسکولیوز ایدیوپتیک با رنج سنی ۱۲ تا ۱۷ سال پرداختند. آن‌ها با بررسی فاکتورهای از جمله سرعت راه رفتن، تعداد گام در دقیقه، طول گام، چرخش لگن در صفحه افقی، کجی لگن و دامنه هیپ و زانو در مرحله نوسان، نتایج را این‌گونه گزارش کردند: راه رفتن بیماران با اسکولیوز ایدیوپتیک ناحیه پشتی-کمری به شدت به بدشکلی ستون فقرات و درجه بدشکلی لگن بستگی دارد (۱۶). در تحقیق پرینس و همکاران درباره مقایسه الگوی حرکتی بین بیماران مبتلا به اسکولیوز ایدیوپتیک و گروه گواه، ۱۹ نفر در دو گروه بررسی شدند. در گروه اول ۹ نفر دارای اسکولیوز ایدیوپتیک و در گروه دوم ۱۰ نفر از افراد سالم با میانگین سنی ۱۵ سال مطالعه شدند. میانگین زاویه کوب ۱۷ درجه و مسیر حرکت لندهمارک‌های آناتومیک توسط سیستم وایکن ثبت شد و فعالیت عضلانی توسط ۸ الکتروارزیابی شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، در بیماران مبتلا به اسکولیوز نه تنها نبود تقارن عملکرد سیستم عصبی که روی اکستنسورهای زانو طی راه رفتن عمل می‌کنند دیده می‌شود، بلکه تأخیر عملکرد پاراسپینال در بیماران مبتلا به اسکولیوز نیز وجود دارد (۱۷). مهودنس و همکارانش در تحقیقی با عنوان «راه رفتن در نوجوانان مبتلا به اسکولیوز ایدیوپتیک: آنالیز کینماتیک و الکترومیوگرافی»، ۴۱ دختر نوجوان مبتلا به اسکولیوز را انتخاب کردند و به ۳ گروه تقسیم کردند: گروه اول شامل ۱۲ نفر با زاویه کوب کمتر از ۲۰ درجه؛ گروه دوم ۱۳ نفر با زاویه کوب بین ۲۰ و ۴۰ درجه؛ گروه سوم ۱۶ نفر با زاویه کوب بیشتر از ۴۰ درجه. تمامی بیماران یک انحنا به سمت چپ در ناحیه پشتی-کمری داشتند و ویژگی‌های کینماتیکی به وسیله دستگاه ویزوال سه بعدی و الکترومیوگرافی جمع‌آوری شد. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد، دامنه حرکتی زانو در صفحه ساجیتال و ران در صفحات فرونتال و عرضی و طول گام در بیمار کاهش یافت؛ در حالی که رابطه‌ای بین متغیرهای راه رفتن و شدت انحنای اسکولیوز وجود نداشت (۱۸). کریمی و جعفری سروعلیا در تحقیقی به تحلیل تغییرات طول و نیروی تولیدی برخی از عضلات تنه در یک بیمار مبتلا به اسکولیوز ایدیوپتیک هنگام راه رفتن با ارتز میلوآکی با استفاده از نرم‌افزار اوپن سیم پرداختند. آن‌ها پارامترهایی از قبیل طول عضلات راست‌کننده ستون فقرات، نیروی تولید شده توسط آن‌ها و نیروی عکس‌العمل مفاصل هیپ و ناحیه کمر یک دختر ۱۲ ساله مبتلا به اسکولیوز ایدیوپتیک را به وسیله نرم‌افزارهای اوپن سیم و ویزوال تردی به منظور مدل کردن سیستم حرکتی، مطالعه کردند. آن‌ها نتایج را این‌گونه گزارش کردند: طول عضلات راست‌کننده ستون فقرات با استفاده از ارتز افزایش یافته است. همچنین، نیروی تولید شده توسط عضلات تنه هنگام راه رفتن در دو وضعیت استفاده و عدم استفاده از ارتز و نیز بین دو سمت راست و چپ متفاوت است (۱۹).

بنابراین با مروری بر پیشینه پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که با وجود رویکردهای مختلف در اصلاح ناهنجاری اسکولیوز، غالب تحقیقات به اثربخشی مناسب تمرین بر بهبود ناهنجاری مذکور اشاره داشته‌اند؛ هرچند میزان اثربخشی در رویکردهای مختلف می‌تواند متفاوت باشد. از تمرینات ویژه اصلاح اسکولیوز می‌توان به تمرینات اصلاحی

شروت، ویژه اسکولیوز اشاره کرد. این تمرینات توسط کاترینا شروت طراحی شد و در مرکز اصلاحی او واقع در کشور آلمان تبیین و اجرا می‌شود. تأکید این تمرینات بر اصلاح تنفس و شکل ستون فقرات در سه بعد است و از مزایای آن می‌توان غیرتهاجمی بودن، اجرای آن به صورت تمرینات خانگی، کم‌خطر بودن و یادگیری ساده آن را نام برد (۲۰). از آنجاکه تحقیقات انجام شده بر راه رفتن افراد مبتلا به اسکولیوز نتایج ضد و نقیضی به همراه داشته است (۱۷-۱۵) و همچنین مطالعات درخور توجهی در ارتباط با تأثیر رویکرد شروت بر شاخصه‌های راه رفتن یافت نشد، هدف این مطالعه بررسی تأثیر تمرینات اصلاحی شروت بر طول گام راه رفتن نوجوانان مبتلا به اسکولیوز ایدیوپتیک سه قوسی با قوس اصلی ناحیه توراسیک بود.

## ۲ روش بررسی

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه گواه بود. جامعه آماری تحقیق را تمامی افراد مبتلا به ناهنجاری اسکولیوزی تشکیل دادند که بر اساس فراخوان عمومی در شهر اصفهان به آزمایشگاه بیومکانیک مراجعه کردند و تعداد آن‌ها ۶۷ نفر بود. از این میان، با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور در شرایطی با اندازه اثر وسیع<sup>۱</sup> و توان آزمون ۰/۸۰، تعداد ۱۵ نمونه برای هر گروه محاسبه شد؛ بنابراین با توجه به معیارهای ورود و خروج از تحقیق تعداد ۳۰ آزمودنی انتخاب شدند و به صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری مداخله و گواه قرار گرفتند. معیارهای ورود شرکت‌کنندگان به تحقیق شامل داشتن اسکولیوز توراسیک سه قوسی (۲۰، ۱۳)، وجود زاویه قوس توراسیک بین ۱۰ تا ۲۰ درجه در مقیاس کوب از طریق عکس رادیولوژی پرونده پزشکی (۱۸) و قرار داشتن سن آزمودنی بین ۱۲ تا ۱۸ سال (۱) بود. معیارهای خروج شرکت‌کنندگان از تحقیق شرکت نکردن در دو جلسه متوالی تمرین و سه جلسه نامتوالی، نداشتن همکاری مناسب، بروز درد و ابراز نارضایتی، در نظر گرفته شد. بعد از توضیح درباره روند آزمون و نحوه اجرای تمرینات از والدین بیماران رضایت‌نامه‌ای گرفته شد که شرح روند تمام تحقیق در آن توضیح داده شد. آزمونگر نیز متعهد شد تمام اطلاعات شخصی مربوط به بیماران را به‌طور محرمانه نزد خود به صورت بایگانی حفظ کند.

بهترین روش جمع‌آوری داده‌های کینماتیکی سیستم فیلمبرداری و عکس برداری از مهارت مدنظر است که در این پژوهش با استفاده از دوربین‌های فیلمبرداری دیجیتال حرکت ضبط شد. آزمون راه رفتن در آزمایشگاه بیومکانیک صورت پذیرفت و از هریک از آزمودنی‌ها خواسته شد تا بدون کفش و در شرایطی که اندام تحتانی آن‌ها مارکرگذاری شده است، در یک مسیر ۴ متری حرکت کنند. در همین حین از نمای جانبی فیلم تهیه شد. در این تحقیق جهت ثبت دوبعدی پارامتر طول گام راه رفتن مسیر لندهمارک از طریق دوربین سونی مدل Z (۵۰۰ هرتز) ارزیابی شد. به منظور ثبات در حرکت، هر آزمودنی مهارت راه رفتن را از ۵ متر قبل از رسیدن به مسیر مدنظر برای فیلمبرداری شروع کرد تا زمانی که در مسیر اصلی قرار گرفت. اطلاعات تصویری جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار کینوا بررسی شد و

<sup>۱</sup>. Large

به عنوان نمرات پیش‌آزمون به ثبت رسید. سپس گروه مداخله برنامه اصلاحی مطالعه شده را در هشت هفته به صورت یک روز در میان، سه جلسه در هفته اجرا کرد. مدت زمان هر جلسه تمرین برای هر فرد در هشت هفته بین ۳۰ تا ۴۰ دقیقه بود. در حالی که در مدت زمان این هشت هفته گروه گواه هیچ‌گونه فعالیت تمرینی خاصی نداشت. تمرینات اصلاحی این مطالعه با رویکرد شروت بر گروه مداخله در سه فاز خوابیده به کمر، نشسته و ایستاده انجام شد. در هر فاز از تمرین تأکید بر کشش کلی بدن، شیفت تنه و حفظ راستای صحیح همراه با تنفس چرخشی بود؛ به نحوی که اصلاح در سه صفحه ساجیتال، کرونال و ترنسورس صورت پذیرد. با حفظ حالت صحیح قوس‌های کمری-سینه‌ای در صفحه ساجیتال، شیفت تنه از ناحیه تحذب به تقعر قوس در صفحه کرونال و اصلاح هامپ قفسه سینه از طریق تنفس در صفحه

ترنسورس به اصلاح سه بعدی پرداخته شد. بعد از هشت هفته تست‌های مربوط به پارامتر طول گام راه رفتن، بار دیگر از هر دو گروه آزمودنی به عنوان پس‌آزمون گرفته شد. در نهایت اطلاعات به دست آمده با استفاده از آزمون‌های شاپیروویلیک به منظور بررسی نرمالیتی، تی مستقل و وابسته به ترتیب برای بررسی اختلاف دو گروه مستقل و درون‌گروهی، در سطح معناداری ۰/۰۵ در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ تجزیه و تحلیل شدند.

### ۳ یافته‌ها

در این پژوهش میانگین سنی شرکت‌کنندگان  $37.3 \pm 14/85$  سال، شاخص BMI  $20.41 \pm 1/34$  کیلوگرم بر مجذور متر و میزان زاویه کوب آن‌ها در مقیاس درجه  $12/12 \pm 16/54$  بود.

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها به تفکیک در گروه‌های مطالعه شده

نام گروه‌ها	سن		BMI		زاویه کوب	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
مداخله	۱۵/۲۰	۳/۱۲	۲۰/۳۲	۱/۱۶	۱۷/۱۲	۱/۰۲
گواه	۱۴/۵۱	۴/۳۵	۱۹/۹۳	۱/۵۳	$\pm 15/96$	۳/۲۲
مقدار p	۰/۶۷۵		۰/۸۳۲			۰/۱۳۱

نتایج حاصل از آزمون تی مستقل در جدول ۱ حاکی از نبود تفاوت معنادار بین سن، BMI و زاویه اسکولیوز در مقیاس کوب است؛ بنابراین دو گروه مداخله و گواه از نظر مشخصات دموگرافیک یکدیگر اختلاف معنادار ندارند و همگن‌اند.

جدول ۲. مقایسه طول گام آزمودنی‌ها به تفکیک در گروه‌های مطالعه شده

گروه/زمان	پیش‌آزمون (متر)	پس‌آزمون (متر)	مقدار p
گروه مداخله	۱/۲۷۱	$1/354 \pm 0/063$	۰/۰۰۱
گروه گواه	۱/۲۵۵	$1/276 \pm 0/021$	۰/۱۰۶
مقدار p	۰/۵۳۲	۰/۰۰۲	

باتوجه به نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه مداخله در جدول ۲، مشخص می‌شود طول گام این افراد به میزان  $8/3$  سانتی‌متر افزایش یافته است که باعث ایجاد تفاوت معنادار در آزمون تی وابسته شده است ( $p=0/001$ )؛ ولی در گروه گواه نتیجه این آزمون معنادار نیست ( $p=0/106$ ). به منظور بررسی اختلاف بین گروه‌ها از آزمون تی مستقل استفاده شد که نشان‌دهنده وجود تفاوت معنادار بین دو گروه گواه و مداخله بود ( $p=0/002$ ). به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت تمرینات اصلاحی شروت بر طول گام بیماران مبتلا به اسکولیوز تأثیر معنادار دارد.

### ۴ بحث

هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر تمرینات شروت بر طول گام راه رفتن پسران مبتلا به اسکولیوز سه قوسی با قوس اصلی ناحیه توراسیک بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد، میزان طول گام آزمودنی‌ها بعد از تمرینات اصلاحی شروت به‌طور معناداری افزایش یافته است؛ به طوری که میانگین طول گام گروه مداخله در پس‌آزمون به میزان  $8/3$  سانتی‌متر در مقایسه با پیش‌آزمون، بیشتر شده است. اندازه

اثر این تمرین در مقیاس کوهن  $1/66$  است که تأثیر زیاد این مداخله را نشان می‌دهد؛ بنابراین نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های تحقیقات زیر همسوست: اشتخوینسکایت و همکاران به مقایسه رویکرد شروت و تمرینات سنتی پرداختند و تأثیرگذاری مؤثرتر تمرینات شروت را بر استقامت و تحرک‌پذیری دختران مبتلا به اسکولیوز گزارش کردند (۱۳)؛ نشیدا و همکاران در تحقیقشان به وابستگی موقعیت قوس اصلی اسکولیوز بر کینماتیک تنه نامتقارن در حین راه رفتن دست یافتند (۱۴)؛ پارک و همکاران به آنالیز هماهنگی بین توراسیک و پلوئیس در کینماتیک راه رفتن در نوجوانان مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک پرداختند و تأثیر معنادار اسکولیوز بر سرعت حرکت، طول گام و انعطاف‌پذیری پلوئیس و توراسیک را دریافتند (۱۵)؛ همچنین پرنیس و همکاران به مقایسه الگوی حرکتی بین بیماران مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک پرداختند و گزارش کردند که در بیماران مبتلا به اسکولیوز نه تنها نبود تقارن عملکرد سیستم عصبی که روی اکستنسورهای زانو طی راه رفتن عمل می‌کند دیده می‌شود، بلکه تأخیر عملکرد پاراسپینال در بیماران مبتلا به اسکولیوز نیز وجود دارد (۱۷)؛ مهودنس و همکاران با آنالیز

کینماتیک و الکترومیوگرافی دختر نوجوان مبتلا به اسکولیوز دریافتند که دامنه حرکتی زانو در صفحه ساجیتال و ران در صفحات فرونتال و عرضی و طول گام در بیمار کاهش یافته است؛ در حالی که رابطه‌ای بین متغیرهای راه رفتن و شدت انحنای اسکولیوز وجود نداشت (۱۸)؛ کربمی و جعفری سروعلیا در تحقیقی به تحلیل تغییرات طول و نیروی تولیدی برخی از عضلات تنه در یک بیمار مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک در حین راه رفتن پرداختند (۱۹). با مطالعه در این پژوهش‌ها درمی‌یابیم تغییر شکل در ستون مهره به صورت اسکولیوز باعث ایجاد تغییرات عمده‌ای در شاخصه‌های کینماتیک و کینتیکی راه رفتن می‌شود که بسته به میزان درجه قوس، ناحیه درگیر و نوع اسکولیوز شاخصه‌های مختلف راه رفتن را به میزان متفاوت دستخوش تغییر می‌کند؛ از جمله این شاخصه‌ها، طول گام است که دستخوش تغییر می‌شود و بسته به میزان شدت اسکولیوز کاهش می‌یابد (۱۸).

تاکنون مطالعه‌ای به طور مستقیم به بررسی تأثیر تمرینات اصلاحی بر شاخصه‌های کینماتیک راه رفتن افراد مبتلا به اسکولیوز نپرداخته است؛ با این حال انتظار می‌رود تمریناتی با هدف کاهش میزان ناهنجاری و نزدیک شدن به حالت طبیعی بتواند از مشکلات ناشی از اسکولیوز بکاهد و به تدریج بر شاخصه‌های راه رفتن افراد مبتلا به اسکولیوز تأثیرگذار باشد. از جمله تمرینات رایج در دنیا به منظور جلوگیری و کاهش میزان اسکولیوز، تمرینات اصلاحی با رویکرد شروت است. این تمرینات توسط کاترینا شروت طراحی شد و در مرکز اصلاحی او واقع در کشور آلمان تبیین و اجرا می‌شود (۱۳). در سال ۲۰۰۴ پس از تأسیس انجمن جهانی ارتوپدی درمانی اسکولیوز به تأیید این انجمن رسید و به عنوان یکی از روش‌های مؤثر غیرتهاجمی در اصلاح ناهنجاری اسکولیوز، توجه متخصصان این حوزه را به خود جلب کرد. تأکید این تمرینات بر اصلاح تنفس و اصلاح تغییر شکل ستون فقرات در سه بعد است؛ به نحوی که با تکنیک تنفس چرخشی متقابل هامپ قدمی به طرف عقب رانده می‌شود و با هدایت مسیر جریان تنفس به سمت همی‌تراکس هامپ خلفی به اصلاح چرخش قفسه سینه می‌پردازد (۲). در واقع این اصلاح در صفحه ترنسورس انجام می‌شود؛ همچنین با حرکت شیفت تنه طرف کانوکس اسکولیوز را به طرف کانکیو هدایت می‌کند؛ بنابراین از قوس ایجاد شده اسکولیوز می‌کاهد و به اصلاح در صفحه کرونال می‌پردازد؛ علاوه بر آن با ترویج قوس‌های کایفوز توراسیک و لوردوز ناحیه لومبار در صفحه ساجیتال اصلاح سه بعدی خود را تکمیل می‌کند (۲۰).

از مهم‌ترین دلایل اثربخشی مطلوب تمرینات شروت می‌توان به کشش کلی به منظور کاهش کوتاهی و گرفتگی عضلات به ویژه در قسمت کانکیو، بهبود تحرک پذیری مهره‌های ستون فقرات و تقویت با تأکید بر استقامت و قدرت عضلانی به منظور ایجاد ثبات در ستون فقرات، اشاره کرد. از دیدگاه نورولوژیک، در ناهنجاری‌های مختلف الگوهای

به کارگیری عضلات در قالب فیرینگ ریت و رکریمنت عضلانی در سطوح مختلف دستگاه عصبی دستخوش تغییر می‌شود؛ تا جایی که الگوهای مغزی تغییر می‌کند و دسترسی واحدهای حرکتی محدود می‌شود؛ از این رو به کارگیری این عضلات کمتر می‌شود و امکان آتروفی و گام برداری در مسیر کوتاه‌شدگی محتمل است. در ناهنجاری اسکولیوز عضلات مختلفی درگیر می‌شوند؛ حتی به طور قطع می‌توان گفت سراسر سگمنت‌های بدن دستخوش تغییر و دچار نقص در عملکرد می‌شوند (۱۸)؛ از این رو تمریناتی با هدف افزایش به کارگیری عضلات، اصلاح الگوهای نرخ آتش و بسیج تارهای عضلانی در راستای صحیح می‌تواند نقش ارزنده‌ای در اصلاح راستای ستون فقرات داشته باشد؛ بنابراین به نظر می‌رسد تمرینات شروت با افزایش به کارگیری عضلات مهارشده از طریق حفظ پوزیشن تمرین و همچنین مهار عضلات هایپراکتیو، باعث می‌شود فرد مبتلا به اسکولیوز به حالت بهینه‌تر بیومکانیکی خود نزدیک‌تر شود؛ این خود عامل تأثیرگذاری بر شاخصه‌های فضایی-زمانی و کینماتیک راه رفتن از جمله طول گام این افراد است؛ بنابراین تمرینات شروت استفاده شده در این تحقیق احتمالاً با افزایش جریان حس عمقی در پوزیشن اصلاح شده و سازوکارهایی که بحث شد، باعث بهبود در طول گام بیماران مبتلا به اسکولیوز شده است.

## ۵ نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر یعنی افزایش حدود ۸/۳ سانتی‌متری طول گام درمی‌یابیم که تمرینات اصلاحی شروت بر طول گام نوجوانان مبتلا به اسکولیوز سه قوسی با قوس اصلی ناحیه توراسیک تأثیر معناداری دارد؛ در نتیجه باتوجه به اینکه راه رفتن از مهم‌ترین حرکات بدن انسان است و اختلال در آن به دلیل تکرار حرکت و ایجاد روند بروز میکروتروماهای جدید و در نهایت رسیدن به ناتوانی بیشتر، خود باعث تشدید اسکولیوز می‌شود، به نظر می‌رسد اصلاح آن از لحاظ بالینی نیز اهمیت دارد. همچنین بهبود در راه رفتن افراد مبتلا به ناهنجاری اسکولیوز نمودی از ایجاد روند اصلاحی مناسبی است که احتمالاً در کل بدن اتفاق می‌افتد؛ از این رو می‌توان از تمرینات اصلاحی شروت به منظور بهبود در روند راه رفتن افراد مبتلا به اسکولیوز استفاده کرد.

## ۶ بیانیه

در این پژوهش بعد از توضیح درباره روند آزمون و نحوه اجرای تمرینات از والدین بیماران رضایت‌نامه‌ای گرفته شد که شرح روند تمام تحقیق در آن توضیح داده شد. آزمونگر نیز متعهد شد تمام اطلاعات شخصی مربوط به بیماران را به طور محرمانه نزد خود به صورت بایگانی حفظ کند.

## References

1. Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, Danielsson A, Morcuende JA. Adolescent idiopathic scoliosis. *The Lancet*. 2008;371(9623):1527–37. doi: [10.1016/S0140-6736\(08\)60658-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)60658-3)
2. Jiang WW, Cheng CLK, Cheung JPY, Samartzis D, Lai KKL, To MKT, et al. Patterns of coronal curve changes in forward bending posture: a 3D ultrasound study of adolescent idiopathic scoliosis patients. *Eur Spine J*. 2018;27(9):2139–47. doi: [10.1007/s00586-018-5646-5](https://doi.org/10.1007/s00586-018-5646-5)
3. Bekki H, Harimaya K, Matsumoto Y, Kawaguchi K, Hayashida M, Okada S, et al. Which side-bending X-ray position is better to evaluate the preoperative curve flexibility in adolescent idiopathic scoliosis patients, supine or prone? *Asian Spine J*. 2018;12(4):632–8. doi: [10.31616/asj.2018.12.4.632](https://doi.org/10.31616/asj.2018.12.4.632)
4. Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ. *Research methods in physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2007.
5. Han J, Xu Q, Yang Y, Yao Z, Zhang C. Evaluation of quality of life and risk factors affecting quality of life in adolescent idiopathic scoliosis. *Intractable Rare Dis Res*. 2015;4(1):12–6. doi: [10.5582/irdr.2014.01032](https://doi.org/10.5582/irdr.2014.01032)
6. Palaniswamy V, Das S. Physical capacity of girls with mild and moderate idiopathic scoliosis: influence of the size, length and number of curvatures (Czaprowski et al.). *Eur Spine J*. 2012;21(6):1214–5. doi: [10.1007%2Fs00586-012-2165-7](https://doi.org/10.1007%2Fs00586-012-2165-7)
7. Pialasse J-P, Simoneau M. Effect of bracing or surgical treatments on balance control in idiopathic scoliosis: three case studies. *J Can Chiropr Assoc*. 2014;58(2):131–40.
8. Mahaudens P, Dalemans F, Banse X, Mousny M, Cartiaux O, Detrembleur C. Gait in patients with adolescent idiopathic scoliosis. Effect of surgery at 10 years of follow-up. *Gait Posture*. 2018;61:141–8. doi: [10.1016/j.gaitpost.2018.01.007](https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.01.007)
9. Kramers-de Quervain IA, Müller R, Stacoff A, Grob D, Stüssi E. Gait analysis in patients with idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2004;13(5):449–56. doi: [10.1007/s00586-003-0588-x](https://doi.org/10.1007/s00586-003-0588-x)
10. Blum CL. Chiropractic and pilates therapy for the treatment of adult scoliosis. *J Manipulative Physiol Ther*. 2002;25(4):E3. doi: [10.1067/mmt.2002.123336](https://doi.org/10.1067/mmt.2002.123336)
11. Kao Y-H, Liou T-H, Huang Y-C, Tsai Y-W, Wang K-M. Effects of a 12-week Pilates course on lower limb muscle strength and trunk flexibility in women living in the community. *Health Care Women Int*. 2015;36(3):303–19. doi: [10.1080/07399332.2014.900062](https://doi.org/10.1080/07399332.2014.900062)
12. Hawes MC. The use of exercises in the treatment of scoliosis: an evidence-based critical review of the literature. *Pediatr Rehabil*. 2003;6(3–4):171–82. doi: [10.1080/0963828032000159202](https://doi.org/10.1080/0963828032000159202)
13. Strukčinskaitė V, Raistenskis J, Šidlauskienė A, Strukčinskienė B, Griškoniš S. Effects of the schroth method for trunk muscles' Static endurance and spine mobility in girls with Idiopathic scoliosis. *Sveikatos Mokslai / Health Sciences in Eastern Europe*. 2018;27(5):71–5.
14. 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. doi: [10.1016/j.gaitpost.2016.10.004](https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.10.004)
15. Park H-J, Sim T, Suh S-W, Yang JH, Koo H, Mun JH. Analysis of coordination between thoracic and pelvic kinematic movements during gait in adolescents with idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2016;25(2):385–93. doi: [10.1007/s00586-015-3931-0](https://doi.org/10.1007/s00586-015-3931-0)
16. Syczewska M, Graff K, Kalinowska M, Szczerbik E, Domaniecki J. Influence of the structural deformity of the spine on the gait pathology in scoliotic patients. *Gait Posture*. 2012;35(2):209–13. doi: [10.1016/j.gaitpost.2011.09.008](https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.09.008)
17. Prince F, Charbonneau M, Lemire G, Rivard C-H. Comparison of locomotor pattern between idiopathic scoliosis patients and control subjects. *Scoliosis*. 2010;5(Suppl 1):O34. doi: [10.1186%2F1748-7161-5-S1-O34](https://doi.org/10.1186%2F1748-7161-5-S1-O34)
18. Mahaudens P, Banse X, Mousny M, Detrembleur C. Gait in adolescent idiopathic scoliosis: kinematics and electromyographic analysis. *Eur Spine J*. 2009;18(4):512–21. doi: [10.1007/s00586-009-0899-7](https://doi.org/10.1007/s00586-009-0899-7)
19. Karimi MT, Jafari Sarveolia A. A review on kinematic parameters in scoliotic patients. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2013;8(8):1394–402. [Persian] <http://jrns.mui.ac.ir/index.php/jrns/article/view/951/1280>
20. Berdishevsky H, Lebel VA, Bettany-Saltikov J, Rigo M, Lebel A, Hennes A, et al. Physiotherapy scoliosis-specific exercises - a comprehensive review of seven major schools. *Scoliosis Spinal Disord*. 2016;11:20. doi: [10.1186/s13013-016-0076-9](https://doi.org/10.1186/s13013-016-0076-9)