

Effects of Specific Schroth Exercises on Cobb Angle, Flexibility, and Functional Capacity of Adolescents with Idiopathic Scoliosis

Farzaneh Saki^{1,*} , Hossein Gholami², Ali Yalfani³, Marziyeh Zia⁴

¹ Assistant Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran

² MSc in Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran

³ Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, School of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran

⁴ PhD Student of Sport Injuries and Corrective Exercises, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran

* **Corresponding Author:** Farzaneh Saki, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran. Email: f_saki@basu.ac.ir

Abstract

Received: 30.10.2020

Accepted: 28.01.2021

How to Cite this Article:

Saki F, Gholami H, Yalfani A, Zia M. Effects of Specific Schroth Exercises on Cobb Angle, Flexibility, and Functional Capacity of Adolescents with Idiopathic Scoliosis. *Avicenna J Clin Med.* 2021; 27(4): 217-225. DOI: 10.29252/ajcm.27.4.217

Background and Objective: Adolescent idiopathic scoliosis is one of the complex and common deformities of the spine. It is a condition that can cause a lot of pain and discomfort for individuals and has consequences and complications. There are different exercises and approaches for correction of this deformity, such as Schroth exercise. In this regard, the purpose of this study was to investigate the effect of corrective exercises on Cobb angle, flexibility, functional capacity, and quality of life of adolescents with idiopathic scoliosis.

Materials and Methods: This controlled clinical trial with pre-test and post-test design was performed on 24 adolescents with idiopathic scoliosis who were randomly divided into control and experimental groups. Cobb angle, flexibility, and functional capacity were measured by X-ray imaging, flexibility box, and six-minute walk test, respectively. The collected data were statistically analyzed in SPSS software (version 23) using a mixed-design analysis of variance with repeated measures. It must be noted that a p-value of 0.05 was considered statistically significant.

Results: Based on the results, after 10 weeks of Schroth exercises, there was a significant difference in the exercise group regarding the reduction of Cobb angle as well as the increase of flexibility and functional capacity. However, no significant difference was observed in the control group from pre-test to post-test ($P \leq 0.05$).

Conclusion: According to the results, it can be concluded that the Schroth exercise program that involves the whole motor chain can effectively decrease the lateral curvature angle of patients with idiopathic scoliosis. Therefore, this type of exercise can be useful to use to treat people with Idiopathic scoliosis deformity.

Keywords: Flexibility, Functional Capacity, Scoliosis

تأثیر تمرینات اختصاصی شروث بر زاویه کاب، انعطاف پذیری و ظرفیت عملکردی نوجوانان مبتلابه اسکولیوز ایدیوپاتیک

فرزانه ساکی^{۱*}، حسین غلامی^۲، علی یلفانی^۳، مرضیه ضیاء^۴

^۱ استادیار، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
^۲ کارشناس ارشد، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
^۳ استاد، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
^۴ دانشجوی دوره دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

* نویسنده مسئول: فرزانه ساکی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
 ایمیل: f_saki@basu.ac.ir

چکیده

سابقه و هدف: اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانی یکی از ناهنجاری های پیچیده و رایج ستون فقرات است و منجر به درد و ناراحتی زیادی برای افراد می شود و پیامدها و عوارضی نیز به دنبال دارد. تمرینات و رویکردهای مختلفی برای اصلاح این ناهنجاری وجود دارد. تمرینات شروث یکی از تمرینات اثربخش در این راستا محسوب می شود. از این رو هدف از مطالعه حاضر، تعیین تأثیر تمرینات اصلاحی شروث بر زاویه کاب، انعطاف پذیری و ظرفیت عملکردی نوجوانان مبتلابه اسکولیوز ایدیوپاتیک بود.

مواد و روش ها: در این کارآزمایی بالینی کنترل شده با طرح پیش آزمون و پس آزمون، ۲۴ نوجوان مبتلابه اسکولیوز ایدیوپاتیک در دو گروه کنترل و تجربی به صورت تصادفی قرار گرفتند. برنامه تمرینی شروث به مدت ده هفته به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد. به منظور اندازه گیری متغیرهای وابسته پژوهش از X-RAY برای زاویه کاب، از آزمون نشستن و خم شدن به جلو برای انعطاف پذیری و از آزمون میدانی 6MWT برای ظرفیت عملکردی استفاده شد. از روش ترکیبی تحلیل واریانس با اندازه های تکراری در نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ برای تجزیه و تحلیل داده ها استفاده شد ($P < 0/05$).

یافته ها: نتایج نشان داد پس از ده هفته تمرینات شروث، تفاوت معنی داری در کاهش زاویه کاب، افزایش انعطاف پذیری و ظرفیت عملکردی از پیش آزمون تا پس آزمون در گروه تمرین دیده شد، اما در گروه کنترل تفاوت معنی داری حاصل نشد ($P < 0/05$).

نتیجه گیری: برنامه تمرینات شروث با توجه به اینکه کل زنجیره حرکتی را درگیر می کند، در کاهش زاویه انحنای جانبی ستون فقرات افراد مبتلابه ناهنجاری اسکولیوز ایدیوپاتیک اثربخشی مطلوبی دارد. با توجه به ماهیت این تمرینات و نتایج حاصل از آن می توان از این نوع تمرینات در اصلاح افراد دارای دفورمیتی اسکولیوز ایدیوپاتیک استفاده کرد.

واژگان کلیدی: اسکولیوز، انعطاف پذیری، ظرفیت عملکردی

مقدمه

انحنای جانبی ستون فقرات است که در قسمت های تحتانی کمر، میانی توراسیک و فوقانی گردن مشاهده می شود [۱]. ویژگی اصلی این ناهنجاری تغییرات سه بعدی راستای مهره ها در هر سه صفحه حرکتی است [۲].

اسکولیوزیس یکی از ناهنجاری های پیچیده و رایج ستون فقرات است که منجر به درد و ناراحتی زیادی برای افراد می شود

با توجه به دیدگاه های آناتومیکی و بیومکانیکی و همچنین از جنبه های ساختاری و عملکردی، راستای ستون فقرات اهمیت ویژه ای دارد. در واقع افزایش یا کاهش انحناهای قدامی-خلفی یا انحرافات جانبی با عنوان تغییرات پاسچر طبیعی ستون فقرات در نظر گرفته می شود که ساختار و عملکرد ستون فقرات را تحت تأثیر قرار می دهد [۱]. اسکولیوزیس نوعی تغییر پاسچر همراه با

درمان‌های طب فیزیکی است که در آن از درمان‌های دستی و تمرینات ویژه اسکولیوز استفاده می‌شود. تمرکز اصلی تمرینات در ساختارهای طویل و کوتاه‌شده، تحرک ناحیه‌های سفت‌شده ستون فقرات و تقویت عضلات ضعیف‌شده است که به بهبود پاسچر هنگام تمرینات و تنفس منجر می‌شود [۱۵]. تمرینات شروث شامل آموزش و برنامه‌ریزی تمرین‌های خاص و تکنیک‌های تنفسی است که به دنبال اصول تغییرات پاسچر برای فعال کردن و تشویق بیماران به انجام یک برنامه ورزشی خانگی و دستیابی به پاسچر مناسب در فعالیت‌های روزمره صورت می‌گیرد. شدت برنامه درمانی باید به‌طور انفرادی متناسب با ظرفیت ورزش بیماران باشد [۱۵].

تحقیقات نشان داده است تمرینات شروث تأثیر قابل توجهی بر بیماران دارای اسکولیوز ایدیوپاتیک دارد. همچنین در مطالعات توصیه شده است که این تمرینات در بیماران با زاویه ۱۰ تا ۳۰ درجه تأثیر بیشتری نسبت به بیماران با درجات بیشتر دارد [۱۵]. یک مطالعه مروری نشان داد در زمینه فواید تمرینات ویژه اسکولیوز بر کاهش زاویه انحنای تردید وجود دارد، اما می‌توان از این تمرینات در راستای کاهش عوارض ثانویه نیز بهره برد [۱۶]؛ بنابراین، برای ارتقای جایگاه تمرین درمانی (شروث)، ظرفیت عملکردی و بهبود انعطاف‌پذیری افراد دچار دفورمیتی اسکولیوز ایدیوپاتیک به تحقیقات گسترده‌ای نیاز است.

بیشتر تحقیقاتی که اثربخشی تمرینات شروث را بررسی کرده‌اند، روی بیمارانی انجام شده است که زاویه انحنای بیشتر از ۳۰ درجه داشته‌اند و تحقیقی انجام نشده است که اثر این تمرینات را بر اسکولیوزهای با زاویه ۱۰ تا ۲۰ درجه ناحیه توراسیک بررسی کرده باشد. به نظر می‌رسد هیچ تحقیقی اثر این تمرینات را با انجام غربالگری مناسب و انتخاب هدفمند آزمودنی‌هایی که دفورمیتی اسکولیوز ایدیوپاتیک داشته باشند، بررسی نکرده است. به همین منظور، هدف این مطالعه آن است که اثر ده هفته تمرینات شروث را بر زاویه کاب، انعطاف‌پذیری ستون فقرات و ظرفیت عملکردی نوجوانان دارای دفورمیتی اسکولیوز ایدیوپاتیک بررسی کند.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع کارآزمایی بالینی کنترل‌شده با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو گروه کنترل و تجربی بود. جامعه آماری آن را پسران مبتلابه اسکولیوز ایدیوپاتیک با دامنه سنی ۱۰ تا ۱۵ سال شهر کرمانشاه تشکیل دادند که در برنامه غربالگری بر اساس ارزیابی آناتومیکی و پوسچری شرکت کردند. غربالگری اولیه بین ۱۲۰۳ دانش‌آموز دبستانی و راهنمایی شهر کرمانشاه انجام شد. بدین منظور از نرم‌افزار G-Power (Freeware, 3.1.9.2) (University of Dusseldorf, Dusseldorf, Germany) مبتنی بر آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری با توان

[۴]. اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانی (دوره سریع رشد) یکی از دفورمیتی‌های ستون فقرات است که حدود ۱ تا ۳ درصد از نوجوانان در رده سنی ۱۰ تا ۱۶ سال با این مشکل درگیر می‌شوند [۵]. نوجوانان مبتلابه اسکولیوز ایدیوپاتیک نسبت به هم‌سالان سالم خود در زندگی ناراحتی بیشتری را نشان می‌دهند [۶]. از عوارض دیگر اسکولیوز، کاهش انعطاف‌پذیری ستون فقرات است. از آنجا عملکرد ستون فقرات به عملکرد عضلات و اعصاب مربوطه بستگی دارد، انحراف ستون فقرات سبب ایجاد علائمی از قبیل کاهش انعطاف‌پذیری می‌شود [۷]. بر این اساس ارزیابی انعطاف‌پذیری ستون فقرات در اسکولیوز ایدیوپاتیک برای تعیین استراتژی‌های درمانی و تمرینی اهمیت دارد [۸، ۷].

اختلالات تنفسی و کاهش ظرفیت عملکردی به دلیل ضعف عضلات تنفسی و کاهش ظرفیت ریوی یکی از عوارض شایع در افراد دارای اسکولیوزیس است. اختلال در ظرفیت عملکردی و اختلالات جسمانی در بیماران مبتلابه اسکولیوز خفیف می‌تواند از تظاهرات اولیه باشد [۸]. البته ممکن است در بیماران مبتلابه اسکولیوزیس خفیف، اختلالات تنفسی بدون علامت باشد. در مطالعاتی الگوهای تهویه تنفسی و درگیری عضلات تنفسی غیرطبیعی گزارش شده است [۸، ۹]. گزارش‌ها حاکی از آن است که اختلالات تهویه با تغییر شکل قفسه سینه و چرخش ستون مهره‌ها همراه است که به‌نوبه خود بر مکانیک حرکت قفسه سینه و توانایی‌های عملکردی عضلات تنفسی تأثیر منفی می‌گذارد [۱۰، ۱۱].

به دلیل پیچیدگی ذاتی دفورمیتی اسکولیوزیس ایدیوپاتیک، یافتن استراتژی درمانی بهینه برای این افراد بسیار چالش‌برانگیز است [۱۲]. از طرفی نیز تشخیص صحیح و به‌موقع ناهنجاری‌های ستون فقرات به‌خصوص اسکولیوزیس نقش مهمی در روند درمان دارد و می‌تواند از بسیاری از هزینه‌های جانبی و عوارض آن بکاهد [۱۲]. از آنجا که اسکولیوز ایدیوپاتیک به‌طور معمول در اوایل دوره بلوغ ایجاد می‌شود، بهتر است بیماران روش‌های مدیریت منحنی‌های ستون فقرات را بیاموزند. مفاهیم باید آسان باشد و حتی زمانی که هدف ایجاد اصلاح است، نباید درد تحریک‌کننده وجود داشته باشد [۱۳]. هدف اصلی در مدیریت اسکولیوز، متوقف کردن پیشرفت انحنای جانبی است. درمان‌های غیر کنسرواتیو معمولاً شامل جراحی برای اصلاح ناهنجاری‌های ستون فقرات است، اما این اقدامات بدون خطر و عوارض نیستند. روش‌های درمانی کنسرواتیو مانند حرکات اصلاحی و ورزش‌های فیزیوتراپی، با یا بدون بريس‌های خارجی برای بیمارانی استفاده می‌شود که کمتر از ۵۰ درجه انحنای دارند [۱۴].

تاکنون محققان زیادی تأثیر تمرینات متنوع را در اصلاح دفورمیتی اسکولیوز بررسی کرده‌اند. یکی از روش‌های تمرین درمانی کنسرواتیو، روش شروث است. روش شروث طبق رویکرد

می‌کند که فرد می‌تواند طی ۶ دقیقه به صورت پیاپی روی بیماید [۱۹]. در این آزمون، آزمودنی در مسیر صاف و مستقیم به طول ۳۱ متر حرکت کرد. در دو انتهای مسیر دو مخروط برای دوزدن قرار گرفته بود و مسیر رفت و برگشت هر سه متر مشخص شده بود تا متراژ پایانی به طور دقیق محاسبه شود [۱۹، ۲۰].

پروتکل تمرین

گروه تجربی با نظارت مستقیم آزمونگر به برنامه اصلاحی شروت به مدت ۱۰ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه پرداختند. گروه کنترل بدون انجام تمرین، به فعالیت‌های روزمره مشغول شدند. مدت زمان تمرین اصلی در هر جلسه حدود ۳۰ دقیقه بود که به طور پیش‌رونده در نهایت به ۵۰ دقیقه افزایش یافت. انتخاب تمرینات و نحوه اجرای آن از ساده به مشکل و بر اساس سطح پیشرفت و توانایی افراد بود. به این صورت که جلسات اول حرکات آسان تر و با شدت، تعداد تکرار و زمان کمتری بود و آزمودنی‌ها حرکات را با زمان استراحت بیشتری انجام می‌دادند. با گذشت زمان برای رعایت اصل اضافه بار و با توجه به اینکه توانایی‌های آزمودنی‌ها افزایش می‌یافت، برنامه تمرینی به صورت پیش‌رونده با افزایش زمان تمرین و با شدت یا تعداد تکرار بیشتری انجام شد [۲۱، ۲۲]. به طور کلی هر جلسه شامل سه بخش گرم کردن (تمرینات کششی عمومی)، تمرین اصلی (تصحیح پاسجر اسکولیوزیس، الگوهای تنفسی با کمک به حس عمقی و تحریک گیرنده‌های خارجی و کنترل آینه) و سرد کردن (مشابه گرم کردن با شدت کمتر) بود (شکل ۱).

در شروع تمرینات نحوه آموزش صحیح تنفس دیافراگمی به افراد آموزش داده شد؛ بدین صورت که افراد در حالت خوابیده به پشت قرار گرفتند و یک دست روی شکم و دست دیگر بالای قفسه سینه قرار می‌گرفت و فرد تلاش می‌کرد هنگام دم، شکم را به سمت بیرون حرکت دهد و هنگام بازدم، شکم را با کمی فشار دست به داخل ببرد [۲۳]. همچنین به افراد نحوه تنفس زاویه‌ای چرخشی (RAB: Rotational Angular Breathing) آموزش داده شد که هدف از انجام آن، کمک به شکل‌گیری مجدد قفسه سینه و بهبود عملکرد بافت‌های نرم اطراف آن است. بدین صورت که چرخش ستون فقرات و دنده‌ها همراه با تنفس صورت می‌پذیرد. حین انجام تمرینات، دم و بازدم عمیق و تنفس صحیح انجام می‌شد [۲۴].

پس از اتمام جلسات تمرین، پس‌آزمون کاملاً مشابه با پیش‌آزمون انجام و اطلاعات مورد نظر ثبت شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات، به منظور بررسی داده‌های مربوط به ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها از آمار توصیفی استفاده شد. در نهایت داده‌های به دست آمده با استفاده از روش ترکیبی تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ تجزیه و تحلیل شدند و P کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار تلقی شد.

آمار ۸۰ درصد و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد. بر این اساس نمونه‌های مطالعه حاضر ۲۴ نفر در نظر گرفته شد که به صورت هدفمند و بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی به دو گروه ۱۲ نفره تجربی و کنترل تقسیم شدند. بر اساس شرایط ورود، نوجوانان محدوده سنی ۱۰ تا ۱۵ سال دارای ناهنجاری ایدیوپاتییک تک‌قوسی با زاویه ۱۰ تا ۲۰ درجه انتخاب شدند. وجود علائم پاتولوژیک، سوابق شکستگی، جراحی یا بیماری‌های ستون فقرات، مشکلات تنفسی، قلبی و عروقی و آسیب ورزشی در شش ماه گذشته، وجود کوتاهی در یک پا، وجود اسکولیوز بیش از یک قوس، داشتن فعالیت بدنی منظم هفتگی و در نهایت دو جلسه غیبت در تمرینات و عدم علاقه به ادامه مشارکت در برنامه منجر به خروج افراد از مطالعه می‌شد. قبل از شروع مطالعه مجوزهای لازم از طریق مقامات مسئول آموزش و پرورش، فرم رضایت‌نامه آگاهانه از والدین دانش آموزان و همچنین تأییدیه کمیته اخلاق از دانشگاه بوعلی سینا همدان دریافت شد.

اندازه‌گیری زاویه کاب

به منظور ارزیابی زاویه کاب انحنای ستون مهره‌ای، متخصص رادیولوژی در بیمارستان یک عکس X-ray از ستون فقرات از نمای قدامی خلفی تهیه کرد. رایج‌ترین روش کمی‌سازی اسکولیوز، زاویه کاب است و تعریف شدت اسکولیوز با استفاده از زاویه کاب نشان داده می‌شود. اندازه‌گیری زاویه کاب شامل تخمین زاویه بین دو خط مماس با قسمت فوقانی مهره بالایی و قسمت تحتانی مهره پایینی درگیر در دفورمیتی است [۱۷].

اندازه‌گیری انعطاف‌پذیری

آزمون نشستن و خم شدن به جلو (Sit and Reach) یکی از روش‌های غیرمستقیم برای ارزیابی انعطاف‌پذیری است. برای اجرای آزمون ابتدا آزمودنی بدون کفش روی زمین نشست. سپس کف پاها را در مقابل جعبه انعطاف قرار داد. فاصله داخلی پاها نیز ۲۰ سانتی‌متر بود. سپس آزمودنی یک دست را روی دست دیگر قرار داد و به آرامی به جلو خم شد و دست‌ها را در امتداد نوار اندازه‌گیری حرکت داد. آزمونگر دست خود را برای اطمینان از صاف بودن کامل زانو روی زانوهای آزمودنی نگه داشت. کشش به سمت جلو سه مرتبه و در حالی تکرار شد که دست‌ها در وضعیت انتهایی برای حداقل دو ثانیه نگه داشته می‌شد و نزدیک‌ترین عدد به نوک انگشتان ثبت شد [۱۸].

اندازه‌گیری ظرفیت عملکردی

ظرفیت عملکردی از طریق آزمون میدانی ۶ MWT اندازه‌گیری شد. این آزمون بیشترین مسافتی را اندازه‌گیری



Side-bending in side lying



Side lying + shoulder counter traction



Shoulder counter traction with psoas activity



Hip flexion in side lying



Hip flexion against a ball



Sitting on a ball



Side-Hanging



Standing between two poles



Hip Resistance



Foot (or knee) under a bar



Muscle cylinder



Muscle cylinder with a pole



The Circle



Conscious walking



Schroth walking

شکل ۱: تمرینات اختصاصی اسکولیوز شروث

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها

گروه تجربی (تعداد= ۱۲)	گروه کنترل (تعداد= ۱۲)	
۱۳/۱±۱۷/۳۳	۱۳/۱±۵۸/۷۳	سن (سال)
۱۵۸/۱۰±۴۲/۸۵	۱۶۰/۱۲±۷۵/۳۵	قد (سانتی‌متر)
۴۳/۹±۶۵/۰۹	۵۲/۱۰±۱۵/۵۱	وزن (کیلوگرم)

یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد مشخصات فردی آزمودنی‌ها در گروه کنترل و تجربی در جدول ۱ ارائه شده است. در متغیرهای سن، قد و وزن تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت ($P > 0.05$). به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون ترکیبی تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شد. بدین ترتیب نتایج آزمون شاپیروویلک نشان داد داده‌های میزان زاویه کاب،

جدول ۲: آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری در دو گروه مطالعه‌شده

اثر تعاملی	بین‌گروهی	درون‌گروهی	گروه کنترل	گروه تجربی		
ارزش P	ارزش P	ارزش P	انحراف معیار ± میانگین	انحراف معیار ± میانگین	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
زاویه کاب (درجه)	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱۴/۲±۰۳/۵۲	۱۵/۲±۵۰/۶۱	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
			۱۴/۲±۴۹/۶۹	۱۰/۳±۸۵/۱۷	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
انعطاف‌پذیری (سانتی‌متر)	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۲۴/۴±۵۰/۰۵	۲۱/۷±۵۰/۰۹	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
			۲۲/۴±۵۸/۲۳	۲۹/۹±۵۰/۰۱	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
ظرفیت عملکردی (متر)	۰/۰۰۱	۰/۰۳۰	۶۹۱/۸±۰۸/۶۹	۶۸۶/۵۷±۵۸/۶۷	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
			۶۵۶/۷۶±۵۸/۵۵	۷۱۵/۵۹±۶۷/۲۸	پیش‌آزمون	پس‌آزمون

سایر عوارض ناشی از اسکولیوز هستند. همچنین توصیه کردند به‌منظور پایداری تأثیر روش حاضر، این تمرینات به مدت شش ماه ادامه یابد. آنان دریافتند تمرینات پیلاتس در زنان تأثیرات بیشتری دارد و موجب بهبود پاسچر افراد به دلیل حس تعادل استاتیک بهتر می‌شود. در نهایت تصور می‌شود در بیماران مبتلابه اسکولیوز، تمرینات شروت در بهبود زاویه کاب نسبت به تمرین پیلاتس مؤثرتر است [۲۲].

Burger و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای نشان دادند تمرینات شروت پس از ۱۲ و ۲۴ هفته موجب بیشترین کاهش در میزان زاویه کاب می‌شود. آنان عنوان کردند که این تمرینات در افراد دارای اسکولیوز ۱۰ تا ۳۰ درجه نسبت به درجات بیشتر مؤثرتر است [۱۵]. در پژوهش Kim و Park (۲۰۱۷) تأثیر تمرینات سه‌بعدی شروت بر فعالیت عضلات تنفسی و میزان زاویه کاب و ظرفیت عملکردی بررسی شده است. آنان به این نتیجه رسیدند تمرینات شروت موجب کاهش یا توقف افزایش زاویه کاب، بهبود زاویه چرخش تنه، بهبود کیفیت زندگی و ظاهر فرد و سایر عوارض ناشی از اسکولیوز می‌شود [۲۵].

Kim و Howanbu (۲۰۱۶) تحقیقی را با عنوان تأثیر تمرینات شروت بر زاویه کاب و ظرفیت تنفسی در افراد دارای اسکولیوز ایدیوپاتیکی انجام دادند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد تمرینات شروت تأثیر مثبتی در کاهش زاویه کاب و افزایش ظرفیت تنفسی دارد [۲۶]. Kim و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند پس از هشت هفته تمرینات شروت، میزان انعطاف‌پذیری ستون فقرات افراد دارای اسکولیوز افزایش یافته است [۲۷]. Lebel (۲۰۱۵) در تحقیقی روی یک فرد ۲۳ ساله که در دوران کودکی اسکولیوز داشت و دو مرتبه جراحی مهره‌های پشتی شده است، تمرینات شروت را انجام داد. در ماه اول پس از شروع تمرینات گزارش داد که هیچ علامتی از کمردرد و درد در فرد حس نشده است. در ماه دوم گزارش‌ها حاکی از آن بود که بهبود تنفس، پیشرفت دم و بازدم ریوی، کاهش شدت اسکولیوز، افزایش ظرفیت حیاتی و کاهش چرخش مهره‌ای رخ داده است. او همچنین اعلام کرد که این فرد می‌تواند بعد از هشت ماه انجام تمرینات، به همه فعالیت‌های ورزشی روی

انعطاف‌پذیری و ظرفیت عملکردی در گروه‌های مطالعه‌شده توزیع طبیعی دارند ($P > 0.05$). همچنین نتایج آزمون لوین نشان داد واریانس داده‌های میزان زاویه کاب، انعطاف‌پذیری و ظرفیت عملکردی همگن هستند ($P > 0.05$). به‌منظور تأیید تصادفی بودن داده‌ها از آزمون Run استفاده شد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها وجود نداشت ($P > 0.05$). فرض همگنی ماتریس واریانس کوواریانس نیز با آزمون باکس تأیید شد ($P > 0.05$).

نتایج آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری نشان داد بین دو زمان پیش‌آزمون و پس‌آزمون در میزان زاویه کاب ($P = 0.001$ ، $F_{1,22} = 40.302$ ، $\eta^2 = 0.647$) و انعطاف‌پذیری ($P = 0.005$ ، $F_{1,22} = 9.616$ ، $\eta^2 = 0.304$) تفاوت معنی‌داری وجود دارد، اما در ظرفیت عملکردی ($P = 0.630$ ، $F_{1,22} = 0.238$ ، $\eta^2 = 0.011$) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین تفاوت آماری معناداری بین گروه کنترل و گروه تجربی در میزان زاویه کاب ($P = 0.326$ ، $F_{1,22} = 11.009$)، انعطاف‌پذیری ($P = 0.704$ ، $F_{1,22} = 0.148$) و ظرفیت عملکردی ($P = 0.336$ ، $F_{1,22} = 0.968$) وجود نداشت. اثر تعاملی زمان بر گروه نیز در میزان زاویه کاب ($P = 0.001$ ، $F_{1,22} = 59.899$ ، $\eta^2 = 0.731$)، انعطاف‌پذیری ($P = 0.001$ ، $F_{1,22} = 37.649$ ، $\eta^2 = 0.631$) و ظرفیت عملکردی ($P = 0.599$ ، $F_{1,22} = 32.816$) تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲).

بحث

نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های بسیاری از تحقیقات انجام‌شده همسو است. Gao و همکاران (۲۰۲۰) پس از بررسی دریافتند که تمرینات شروت علاوه بر بهبود وضعیت اسکولیوز و کاهش زاویه کاب، موجب توقف رشد منحنی جانبی می‌شود [۲۱]. Rrecaj-Malaj و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی به تعیین تأثیر تمرینات شروت و پیلاتس بر زاویه کاب، زاویه چرخش تنه و انعطاف‌پذیری نوجوانان مبتلابه اسکولیوز ایدیوپاتیکی پرداختند و بیان کردند که این تمرینات از روش‌های موفق در کاهش یا توقف افزایش زاویه کاب، بهبود زاویه چرخش تنه و ظاهر فرد و

بیاورد [۲۸].

کاهش ظرفیت تنفسی می‌تواند بر مسافت نهایی طی شده در آزمون ۶mwt تأثیر بگذارد [۲۶]. دیافراگم و عضلات بین‌دنده‌ای (Intercostal) جزء اجزای مهم و درگیر در دفورمیتی اسکولیوز هستند و ضعف و کوتاهی عضلات تنفسی می‌تواند موجب تولید نیروی نامنظم به‌خصوص در ناحیه مقعر افراد مبتلا شود [۲۲]؛ بنابراین، با توجه به مطالعات می‌توان اظهار داشت که احتمالاً تمرینات شروث از طریق اصلاح، هدایت و توزیع مناسب جریان تنفسی هوای دمی و بازدمی از ناحیه محدب به مقعر توانسته است میزان اکسیژن‌رسانی خون به عضلات را در دو ناحیه محدب و مقعر مهره‌ها متعادل کند و به دنبال آن حرکات و عملکرد عضلات بین‌دنده‌ای و دیافراگم نسبت به قبل بهبود یابد [۳۴].

نتیجه‌گیری

با توجه به مزایای تمرینات شروث از قبیل غیرتهاجمی بودن، انجام تمرینات بدون تجهیزات ویژه و آموزش سریع و با توجه به اثربخشی مطلوب برنامه تمرینات شروث در کاهش زاویه کاب و افزایش انعطاف‌پذیری و ظرفیت عملکردی آزمودنی‌های مطالعه حاضر، پیشنهاد می‌شود متخصصان اصلاحی، تمرین‌درمانی و فیزیوتراپی به‌منظور اصلاح عارضه اسکولیوز و کاهش عوارض ناشی از این ناهنجاری، از تمرینات تخصصی شروث یا ترکیبی از تمرینات اصلاحی مرتبط استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی مصوب دانشگاه بوعلی سینای همدان است. بدین‌وسیله نویسندگان از تمام آزمودنی‌ها و افراد شرکت‌کننده در این پژوهش و همچنین داوران عزیزی که با نظرات خویش موجب افزایش کیفیت این مقاله شدند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

تضاد منافع

نتایج مطالعه حاضر با منافع نویسندگان در تعارض نیست.

ملاحظات اخلاقی

این پروژه از کمیته اخلاق دانشگاه بوعلی سینا با شناسه IR.BASU.REC.1398.020 و از مرکز ثبت کارآزمایی‌های بالینی کشور با کد IRCT20200116046155N1 تأییدیه دارد. همچنین قبل از شروع مطالعه مجوزهای لازم از مقامات مسئول آموزش و پرورش و فرم رضایت نامه آگاهانه از والدین دانش‌آموزان دریافت شد.

سهم نویسندگان

نویسنده اول (پژوهشگر اصلی): مسئول مکاتبات، طراحی

Alves و همکاران (۲۰۱۴) گزارش دادند با توجه به نتایج، تمرینات اصلاحی شروث به افزایش عملکرد بدنی و استقامت، افزایش عملکرد قلبی و عروقی و بهبود رکورد آزمون ۶ mwt در بیماران منجر می‌شود [۲۹]. Little و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر خصوصیات بافت نرم را بر انعطاف‌پذیری ستون فقرات در بیماران اسکولیوز بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که حدود ۴۰ درصد از انعطاف‌پذیری ستون فقرات افراد مبتلا، افزایش یافته است [۷].

اخیراً پژوهشگران و درمانگران برای پیشگیری، اصلاح و درمان افراد دارای اسکولیوز از روش‌های غیرجراحی و برنامه‌های تمرینی بهره می‌برند. نظرات مشترک و موافقی در زمینه روش‌های تمرینی مؤثر و کارآمد در اصلاح اسکولیوز ایدیوپاتیک وجود ندارد. از طرفی نیز برخی از تمرینات و روش‌ها بی‌تأثیر گزارش شده است [۳۰-۳۳]. با توجه به تاریخچه طبیعی اسکولیوز ایدیوپاتیک، میزان انحنای ستون فقرات بیشتر در دوره‌های جهش رشدی بخصوص در آغاز بلوغ رخ می‌دهد. از این‌رو بررسی تمرینات و روش‌های ویژه و اختصاصی مرتبط با این دفورمیتی قابل توجه و بحث است [۱۶].

در تبیین یافته‌های این مطالعه درخصوص تأثیرپذیری تمرینات شروث بر میزان زاویه کاب می‌توان اظهار داشت که این دسته از تمرینات احتمالاً با ایجاد تعادل بارها در ناحیه محدب و مقعر مهره‌ها مانع از قرارگرفتن بدن در وضعیت‌های غلط و خمیده به طرفین می‌شود. همچنین از طریق فعال کردن پاسچر صحیح و خودکار و تعادل زنجیره عضلانی باعث حفظ راستای مناسب ستون فقرات می‌شود و به کاهش زاویه کاب در این افراد کمک می‌کند [۱۶]. درخصوص تأثیرپذیری این تمرینات بر انعطاف‌پذیری ستون فقرات می‌توان عنوان کرد که بهبودی نشانگر عکس‌العمل عضلات به تمرینات منظم است. از طرفی چون افراد دارای اسکولیوز ایدیوپاتیک عملکردی بودند، کوتاهی عضلانی منجر به کاهش انعطاف‌پذیری از نوع ثابت نبوده است و به این ترتیب بهتر به تمرینات شروث پاسخ داده‌اند. از این‌رو مکانیزم این فرایندها را می‌توان احتمالاً به بازگشت عملکرد عضلات کوتاه‌شده و به تبع آن اصلاح و بازگشت ساختمان اسکلتی به حالت اولیه و اصلی خود ارتباط داد. همچنین تمرینات شروث منجر به بهبود تحرک در ستون فقرات می‌شود که این وضع بر انعطاف‌پذیری نیز مؤثر است [۲۲، ۳۳].

در رابطه با اثرات تمرینات شروث بر میزان ظرفیت عملکردی می‌توان این‌گونه اظهار داشت که معمولاً برای بررسی ظرفیت عملکردی و تنفسی از دستگاه اسپرومتر استفاده می‌شود، اما انجام اسپرومتری همیشه و در همه‌جا امکان‌پذیر نیست. با توجه به این شرایط، استفاده از آزمون‌هایی که همان کارایی را دارند و همیشه در دسترس و قابل انجام هستند، ضروری به نظر می‌رسد.

۲۰ درصد.

حمایت مالی

این پروژه از سوی هیچ سازمان و ارگانی تأمین مالی نشده است.

پروژه، روش‌شناسی، تحلیلگر آماری طرح و ویرایش علمی مقاله ۳۰ درصد؛ نویسنده دوم (پژوهشگر اصلی): تدوین پروپوزال، معرفی نمونه‌ها، جمع‌آوری داده‌ها و نگارش مقاله ۲۵ درصد؛ نویسنده سوم (پژوهشگر همکار): مشارکت در طراحی پروژه و مشاور علمی طرح ۲۵ درصد؛ نویسنده چهارم (پژوهشگر همکار): تدوین بخش مقدمه، بازنگری متون و مشارکت در نگارش مقاله

REFERENCES

- Gheitasi M, Pasandideh Z, Lordgouie M, Samavi M, Allafan N. Effect of eight -weeks pilates exercises on non-structural scoliosis deformity and improve balance in female students. *J Appl Exerc Physiol*. 2018;**13**(26):78-90. DOI: [10.22080/JAEP.2017.9708.1472](https://doi.org/10.22080/JAEP.2017.9708.1472)
- 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. PMID: [27004664](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27004664/) DOI: [10.1016/j.gaitpost.2015.12.036](https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.12.036)
- Aroeira RMC, Estevam B, Pertence AEM, Greco M, Tavares JMR. Non-invasive methods of computer vision in the posture evaluation of adolescent idiopathic scoliosis. *J Bodyw Mov Ther*. 2016;**20**(4):832-43. PMID: [27814864](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27814864/) DOI: [10.1016/j.jbmt.2016.02.004](https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.02.004)
- Patias P, Grivas TB, Kaspiris A, Aggouris C, Drakoutos E. A review of the trunk surface metrics used as Scoliosis and other deformities evaluation indices. *Scoliosis*. 2010;**5**(1):12. PMID: [20584340](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20584340/) DOI: [10.1186/1748-7161-5-12](https://doi.org/10.1186/1748-7161-5-12)
- Hsu JD, Michael J, Fisk J. AAOS Atlas of orthoses and assistive devices e-book. New York: Elsevier Health Sciences; 2008.
- Tones M, Moss N, Polly DW Jr. A review of quality of life and psychosocial issues in scoliosis. *Spine*. 2006;**31**(26):3027-38. PMID: [17173000](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17173000/) DOI: [10.1097/01.brs.0000249555.87601.fc](https://doi.org/10.1097/01.brs.0000249555.87601.fc)
- Little JP, Adam CJ. The effect of soft tissue properties on spinal flexibility in scoliosis: biomechanical simulation of fulcrum bending. *Spine*. 2009;**34**(2):E76-82. PMID: [19139657](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19139657/) DOI: [10.1097/BRS.0b013e31818ad584](https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31818ad584)
- Yao G, Cheung JP, Shigematsu H, Ohrt-Nissen S, Cheung K, Luk KD, et al. Characterization and predictive value of segmental curve flexibility in adolescent idiopathic scoliosis patients. *Spine*. 2017;**42**(21):1622-8. PMID: [27997505](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27997505/) DOI: [10.1097/BRS.0000000000002046](https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000002046)
- Abdelal AAM, Abd El Kafy EMAES, Elayat MSEM, Sabbahi M, Badghish MSS. Changes in pulmonary function and functional capacity in adolescents with mild idiopathic scoliosis: observational cohort study. *J Int Med Res*. 2018;**46**(1):381-91. PMID: [28661261](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28661261/) DOI: [10.1177/0300060517715375](https://doi.org/10.1177/0300060517715375)
- Koumbourlis AC. Scoliosis and the respiratory system. *Paediatr Respir Rev*. 2006;**7**(2):152-60. PMID: [16765303](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16765303/) DOI: [10.1016/j.prrv.2006.04.009](https://doi.org/10.1016/j.prrv.2006.04.009)
- Barrack RL, Whitecloud T 3rd, Burke SW, Cook SD, Harding AF. Proprioception in idiopathic scoliosis. *Spine*. 1984;**9**(7):681-5. PMID: [6505836](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6505836/) DOI: [10.1097/00007632-198410000-00005](https://doi.org/10.1097/00007632-198410000-00005)
- Noonan KJ, Dolan LA, Jacobson WC, Weinstein SL. Long-term psychosocial characteristics of patients treated for idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop*. 1997;**17**(6):712-7. PMID: [9591971](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9591971/)
- Day JM, Fletcher J, Coghlan M, Ravine T. Review of scoliosis-specific exercise methods used to correct adolescent idiopathic scoliosis. *Arch Physiother*. 2019;**9**(1):8. PMID: [31463082](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31463082/) DOI: [10.1186/s40945-019-0060-9](https://doi.org/10.1186/s40945-019-0060-9)
- Weiss HR, Turnbull D, Tournavitis N, Borysov M. Treatment of Scoliosis-evidence and management (review of the literature). *Middle East J Rehabil Health Stud*. 2016;**3**(2):e35377. DOI: [10.17795/mejrh-35377](https://doi.org/10.17795/mejrh-35377)
- Burger M, Coetzee W, du Plessis LZ, Geldenhuys L, Joubert F, Myburgh E, et al. The effectiveness of Schroth exercises in adolescents with idiopathic scoliosis: a systematic review and meta-analysis. *S Afr J Physiother*. 2019;**75**(1):904. PMID: [31206094](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31206094/) DOI: [10.4102/sajp.v75i1.904](https://doi.org/10.4102/sajp.v75i1.904)
- 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. *Physiother Theory Pract*. 2011;**27**(1):80-114. PMID: [21198407](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21198407/) DOI: [10.3109/09593985.2010.533342](https://doi.org/10.3109/09593985.2010.533342)
- Jorgic B, Mancic P, Milenković S, Jevtic N, Zivković M. Effects of the schroth method in children with idiopathic scoliosis. *Facta Univ Ser J Phys Educ*. 2019;**16**(2):749-59. DOI: [10.22190/FUPES190112001J](https://doi.org/10.22190/FUPES190112001J)
- Róžańska-Kirschke A, Kocur P, Wilk M, Dylewicz P. The fullerton fitness test as an index of fitness in the elderly. *Med Rehabil*. 2006;**10**(2):9-16.
- Pritchard L, Verschuren O, Roy M, Kaup C, Rumsey DG. Reproducibility of the six-minute walk test in children and youth with juvenile idiopathic arthritis. *Arthritis Care Res*. 2020;In Press. PMID: [33098258](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33098258/) DOI: [10.1002/acr.24492](https://doi.org/10.1002/acr.24492)
- Jalili M, Nazem F, Sazvar A. Design and cross-validation of prediction equation based on 6-minute walk test for assessing the cardiorespiratory efficiency in Iranian adolescent boys. *J Shahrekord Univ Med Sci*. 2018;**21**(1):19-24. DOI: [10.34172/jsums.2019.04](https://doi.org/10.34172/jsums.2019.04)
- Gao A, Li J, Shao R, Yu M, Wu T, Wang Y, et al. Improvement of health-related quality of life and radiographic parameters in adolescent idiopathic scoliosis patients after Schroth exercises. 2020;**4**:1-14. DOI: [10.21203/rs.3.rs-33670/v1](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-33670/v1)
- Rrecaj-Malaj S, Beqaj S, Krasniqi V, Qorolli M, Tufekcjevski A. Outcome of 24 weeks of combined schroth and pilates exercises on cobb angle, angle of trunk rotation, chest expansion, flexibility and quality of life in adolescents with idiopathic scoliosis. *Med Sci Monit Basic Res*. 2020;**26**:e920449. PMID: [32280133](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32280133/) DOI: [10.12659/MSMBR.920449](https://doi.org/10.12659/MSMBR.920449)
- Alvarez K. The effects of diaphragmatic breathing with dynamic neuromuscular stabilization exercises on a patient with scoliosis. [Doctoral Dissertation]. Azusa, California: Azusa Pacific University; 2019.
- Lee HJ, Lee SM. Effects of Schroth exercise therapy on curvature and body appearance of patients with lumbar idiopathic scoliosis. *J Phys Ther Sci*. 2020;**9**(4):230-7. DOI: [10.14474/ptrs.2020.9.4.230](https://doi.org/10.14474/ptrs.2020.9.4.230)
- Kim MJ, Park DS. The effect of Schroth's three-dimensional exercises in combination with respiratory muscle exercise on Cobb's angle and pulmonary function in patients with idiopathic scoliosis. *Phys Ther Rehabil Sci*. 2017;**6**(3):113-9. DOI: [10.14474/ptrs.2017.6.3.113](https://doi.org/10.14474/ptrs.2017.6.3.113)
- Kim KD, Hwangbo PN. Effects of the Schroth exercise on the Cobb's angle and vital capacity of patients with idiopathic scoliosis that is an operative indication. *J Phys Ther Sci*. 2016;**28**(3):923-6. PMID: [27134385](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27134385/) DOI: [10.1589/jpts.28.923](https://doi.org/10.1589/jpts.28.923)
- Kim JH, Oh DH, Zhang SA, Lee JK. Effects of Schroth 3-dimensional exercise on cobb's angle, abdominal endurance, flexibility and balance in adolescents with idiopathic scoliosis. *J Korea Acad Industr Coop Soc*. 2015;**16**(6):4098-107. DOI: [10.5762/KAIS.2015.16.6.4098](https://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.6.4098)
- Lebel A, Lebel VA. Severe progressive scoliosis in an adult female possibly secondary thoracic surgery in childhood treated with scoliosis specific Schroth physiotherapy: case presentation. *Scoliosis Spinal Disord*. 2016;**11**(Suppl 2):41. PMID: [27785479](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27785479/) DOI: [10.1186/s13013-016-0098-3](https://doi.org/10.1186/s13013-016-0098-3)
- Dos Santos Alves V, Stibulov R, Avanzi O. Long-term impact of pre-operative physical rehabilitation protocol on the 6-min walk test of patients with adolescent idiopathic scoliosis: a randomized clinical trial. *Rev Port Pneumol*. 2015;**21**(3):138-43. PMID: [25926252](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25926252/) DOI: [10.1016/j.rppnen.2014.08.006](https://doi.org/10.1016/j.rppnen.2014.08.006)
- Negrini S, Grivas TB, Kotwicki T, Maruyama T, Rigo M, Weiss HR. Why do we treat adolescent idiopathic scoliosis?

- What we want to obtain and to avoid for our patients. SOSORT 2005 Consensus paper. *Scoliosis*. 2006;**1**(1):4. [PMID: 16759352](#) [DOI: 10.1186/1748-7161-1-4](#)
31. Negrini S, Aulisa L, Ferraro C, Fraschini P, Masiero S, Simonazzi P, et al. Italian guidelines on rehabilitation treatment of adolescents with scoliosis or other spinal deformities. *Eur Medicophys*. 2005;**41**(2):183-201. [PMID: 16200035](#)
32. Negrini S, Antonini G, Carabalona R, Minozzi S. Physical exercises as a treatment for adolescent idiopathic scoliosis. A systematic review. *Pediatr Rehabil*. 2003;**6**(3-4):227-35. [PMID: 14713590](#) [DOI: 10.1080/13638490310001636781](#)
33. Stokes I. Mechanical effects on skeletal growth. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2002;**2**(3):277-80. [PMID: 15758453](#)
34. Yalfani A, Bazipoor P. The effects of adolescent idiopathic scoliosis on the factors affecting the respiratory system and its function (A systematic review). *J Rehabil Sci Res*. 2020;**7**(1):1-7. [DOI: 10.30476/JRSR.2020.84383.1056](#)