

Comparison of Three Methods of Routine, Self-correction, and Mixed Corrective Exercise on Lateral Curvature Degree in Non-Structural Scoliotic Subjects

Mehdi Geitasi^{1*}, Mohammad Hossein Alizadeh², Reza Rajabi², Esmail Ebrahimi Takamjani³

1. Assistant Professor of Department of Health & Rehabilitation, Faculty of Sport Science & Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2. Professor of Department of Sport Medicine, Faculty of physical Education & Sport Science & Tehran University, Tehran, Iran
3. Professor of Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 2018.April.04

Revised: 2018.July.16

Accepted: 2018.September.11

Abstract

Background and Aim: Scoliosis is a three-dimensional deformity of the spinal column together with the lateral deviation and the rotation of the vertebra around the vertical axis. The present study aimed to identify the effects of three methods of routine (Stretch-Strength Exercise), self-corrective, and mixed corrective exercises (Routine and Self-corrective exercise) on spinal lateral deviation degree (degree of scoliosis) in non-structural scoliotic individuals.

Materials and Methods: In the current study, 53 participants (32 females and 21 men) with non-structural scoliosis (average age: 23.36 ± 2.22 yrs., height: 168.61 ± 8.3 cm, and weight: 62.65 ± 8.55 kg) were purposefully selected and randomly divided into four groups: routine (no= 14), self-corrective (no= 13), mixed exercises group (no= 14), and the control group (no= 12). Each of the participants performed corrective exercise protocols for 8 weeks, 3 sessions per week, and 60-75 minutes per session, while the control group continued their daily life activities. Spinal lateral deviations (degree of scoliosis) were measured before and after eight weeks of corrective exercises using photogrammetry method based on the coordinate system and Corel Draw computer software model 11.0. Data were analyzed using descriptive and inferential statistics. ANOVA was run to determine the interactive effect of the intervention on the four groups. For intra-group comparisons, t-tests were run and one-way variance analysis for comparisons between groups. The significance level was set at 95% with α 5%.

Results: Findings of the present study indicated that after eight weeks of routine, self-corrective, and mixed exercises, participants' degree of scoliosis in the exercise groups significantly decreased ($P < 0.05$). Based on the findings, the highest effects in reducing the angle of scoliosis were respectively observed for the mixed exercise (ES: 5.08), routine (ES: 4.06) and self-corrective (ES: 3.24) groups.

Conclusion: Based on the results of the present study, it can be concluded that the mixed exercise protocol, including self-corrective, stretch-strength exercise, is an effective method for reducing degree of scoliosis in individuals with non-structural scoliosis abnormalities.

Keywords: Non-structural Scoliosis; Photogrammetry; Corrective Exercises

Cite this article as: Mehdi Geitasi, Mohammad Hossein Alizadeh, Reza Raja, Esmail Ebrahimi Takamjani. Comparison of Three Methods of Routine, Self-correction, and Mixed Corrective Exercise on Lateral Curvature Degree in Non-Structural Scoliotic Subjects. *J Rehab Med.* 2019; 8(1): 47-60

***Corresponding Author:** Mehdi Geitasi. Assistant Professor, Department of Health & Rehabilitation, Faculty of Sport Science & Health, University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran.

Email: m_gheitasi@sbu.ac.ir

DOI: 10.22037/jrm.2018.111125.1779

مقایسه سه شیوه تمرینات اصلاحی متداول، خوداصلاحی و ترکیبی بر درجه انحنای جانبی ستون فقرات در آزمودنی‌های مبتلا به اسکولیوز غیرساختاری

مهدی قیطاسی^{۱*}، محمدحسین علیزاده^۲، رضا رجبی^۳، اسماعیل ابراهیمی تکامجانی^۳

۱. استادیار گروه تندرستی و بازتوانی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. استاد گروه طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. استاد گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

پذیرش مقاله ۱۳۹۷/۰۶/۲۰ *

بازنگری مقاله ۱۳۹۷/۰۴/۲۵

* دریافت مقاله ۱۳۹۷/۰۱/۱۵

چکیده

مقدمه و اهداف

اسکولیوزیس بدشکلی سه‌بعدی ستون فقرات است که علاوه بر انحنای جانبی با چرخش جسم مهره‌ای حول محور عمودی بدن همراه می‌باشد. هدف از تحقیق حاضر مقایسه سه شیوه تمرینات اصلاحی متداول (تمرینات کششی-تقویتی)، خوداصلاحی و ترکیبی (تمرینات متداول و خوداصلاحی) بر درجه انحنای جانبی ستون فقرات (درجه اسکولیوزیس) در افراد مبتلا به ناهنجاری اسکولیوزیس غیرساختاری بود.

مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر ۵۳ فرد دارای اسکولیوزیس غیرساختاری (۳۲ زن و ۲۱ مرد) با میانگین سن $22/22 \pm 23/36$ سال، قد $168/61 \pm 168/3$ سانتی‌متر و وزن $62/65 \pm 62/55$ کیلوگرم به صورت هدفمند انتخاب و به طور تصادفی به چهار گروه تمرینات متداول (۱۴ نفر)، خوداصلاحی (۱۳ نفر)، ترکیبی (۱۴ نفر) و گروه کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. هر یک از آزمودنی‌ها در گروه‌های تمرین پروتکل تمرینات را به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته و در هر جلسه به مدت ۶۰ تا ۷۵ دقیقه انجام دادند، در حالی که آزمودنی‌های گروه کنترل برنامه فعالیت‌های زندگی روزانه خود را ادامه دادند. میزان انحنای جانبی ستون فقرات (درجه اسکولیوزیس) قبل و پس از هشت هفته تمرینات اصلاحی با استفاده از روش فتوگرامتری و بر اساس سیستم مختصات با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری Corel Draw مدل ۱۱ اندازه‌گیری و داده‌های حاصل با استفاده از آمار توصیفی و استنباطی تحلیل شد. از مدل ترکیبی تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری استفاده شد تا اثر تعاملی زمان در دو مرحله پیش از مداخله و پس از مداخله بر گروه‌های چهارگانه تمرین و کنترل مشخص گردد. در صورت معنادار بودن اثر تعاملی زمان بر گروه‌های تحقیق از آزمون‌های تعقیبی تی زوجی برای مقایسه درون‌گروهی (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) و تحلیل واریانس یک‌طرفه برای مقایسه بین گروهی متغیرها در پس‌آزمون استفاده شد. سطح معناداری در این تحقیق در سطح ۹۵٪ با آلفای ۵٪ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هشت هفته تمرینات اصلاحی متداول، خوداصلاحی و ترکیبی میزان انحنای جانبی ستون فقرات در گروه‌های تمرین را به طور معناداری کاهش می‌دهد ($p < 0/05$). بر اساس یافته‌های حاضر بیش‌ترین اثربخشی در کاهش زاویه اسکولیوزیس به ترتیب مربوط به گروه تمرینات ترکیبی با اندازه اثر ۵/۰۸، گروه تمرینات متداول با اندازه اثر ۴/۰۶ و گروه تمرینات خوداصلاحی با اندازه اثر ۳/۲۴ بود.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان بیان نمود که پروتکل تمرینات ترکیبی شامل تمرینات خوداصلاحی، کششی-تقویتی یک روش اثربخش در کاهش انحنای جانبی ستون فقرات (درجه اسکولیوزیس) در افراد مبتلا به ناهنجاری اسکولیوزیس غیرساختاری است.

واژگان کلیدی

اسکولیوزیس غیرساختاری؛ فتوگرامتری؛ تمرینات اصلاحی

نویسنده مسئول: مهدی قیطاسی، استادیار گروه تندرستی و بازتوانی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

آدرس الکترونیکی: m_gheitasi@sbu.ac.ir

مقدمه و اهداف

راستای ستون فقرات از دیدگاه آناتومیکی و بیومکانیکی و از جنبه‌های ساختاری و عملکردی حائز اهمیت است. در واقع هرگونه تغییر در پاسچر طبیعی ستون فقرات به صورت افزایش یا کاهش انحناهای قدامی-خلفی یا انحرافات جانبی ناهنجاری در نظر گرفته می‌شود که ساختار و عملکرد ستون فقرات را تحت تاثیر قرار خواهد داد.^[۱] یکی از ناهنجاری‌های ستون فقرات انحراف جانبی یا اسکولیوزیس است که از جمله مهمترین علل عدم تقارن تنه محسوب می‌شود.^[۲] در واقع ناهنجاری اسکولیوزیس بدشکلی سه‌بعدی^۱ ستون فقرات است که علاوه بر انحنای جانبی با چرخش جسم مهره‌ای حول محور عمودی همراه می‌باشد.^[۳] بروز انحنای جانبی در ستون فقرات حتی در قالب اسکولیوزهای غیرساختاری عوارض ثانویه‌ای را به دنبال دارد و اثرات نامطلوبی بر ساختار و عملکرد ارگان‌های مختلف بدن خواهد داشت که از آن جمله می‌توان به بدشکلی ظاهری، تغییر شکل ستون فقرات و قفسه سینه، ناهنجاری‌های ثانویه، اختلالات اسکلتی-عضلانی، آسیب‌های عصبی و بروز درد، کاهش توانایی‌های عملکردی و مشکلات تنفسی اشاره نمود.^[۴]

بر اساس مطالعات اپیدمیولوژی^۲ نرخ شیوع اسکولیوزیس بسته به جمعیت مورد مطالعه، روش مطالعه و ویژگی‌های مربوط به ناهنجاری از جمله میزان، شدت، جهت و تعداد انحناء بسیار متفاوت گزارش شده است. با توجه به انواع و علل مختلف ناهنجاری اسکولیوزیس و طبقه‌بندی‌های متعدد، به‌طور میانگین میزان شیوع ناهنجاری اسکولیوز غیرساختاری حدود ۴ درصد گزارش شده است که این میزان نشان‌دهنده حدود ۳۰ درصد از تمام موارد انحرافات وضعیتی^۳ (پاسچرال) ستون فقرات می‌باشد.^[۵] شیوع بالای انحرافات وضعیتی در صفحه کرونال^۴ (به‌طور خاص اسکولیوزیس و عدم تقارن تنه) در مقایسه با صفحه ساجیتال^۵ بر اساس نظریه عدم تامین ثبات مطلوب ستون فقرات^۶ در صفحه فرونتال لزوم توجه به انحرافات وضعیتی در این بخش از بدن را نشان می‌دهد.^[۶] به طوری که بررسی وضعیت آناتومیکی عضلات و ساختارهای غیرفعال حمایت‌کننده از ستون فقرات در صفحه کرونال نشان می‌دهد که ستون فقرات در این صفحه از حمایت و ثبات ضعیف‌تری برخوردار است و در نتیجه آسیب‌پذیری بیشتری دارد.^[۵] همچنین به دلیل وضعیت خاص افراد در زندگی روزانه احتمال بروز انحرافات جانبی و چرخشی در ستون فقرات (ناهنجاری اسکولیوزیس) و به تبع آن ناحیه تنه وجود دارد.^[۴، ۷]

روش‌های اصلاحی و درمانی مختلفی با توجه به نوع، علت و شدت ناهنجاری اسکولیوزیس مورد توجه درمانگران بوده است. اگرچه لازم به ذکر است که اغلب روش‌ها و مدل‌های درمانی به کاررفته در مورد ناهنجاری اسکولیوزیس در ارتباط با ناهنجاری‌های ساختاری و به ویژه ناهنجاری اسکولیوزیس ایدیوپاتیک بوده و مطالعات اندکی اثربخشی روش‌های مختلف اصلاحی را در رابطه با اسکولیوزهای غیرساختاری مورد بررسی قرار داده‌اند. روش‌های درمانی و اصلاحی مورد استفاده در این ناهنجاری را می‌توان در قالب روش‌های تهاجمی و غیرتهاجمی مورد مطالعه قرار داد. اگرچه این تقسیم‌بندی در ناهنجاری‌های ساختاری از جمله اسکولیوزیس ایدیوپاتیک مورد نظر است، اما روش‌هایی همچون تمرین درمانی و حرکات اصلاحی همراه با بازآموزی وضعیت بدنی مطلوب و عادت درمانی را می‌توان از جمله تکنیک‌های اصلاحی مورد نظر در ناهنجاری اسکولیوزیس غیرساختاری بیان نمود.^[۵، ۶]

یکی از روش‌های مورد توجه در سال‌های اخیر حتی در درمان افراد مبتلا به اسکولیوزهای ساختاری و به‌طور خاص اسکولیوزیس ایدیوپاتیک استفاده از تمرینات جسمانی است که از آن جمله می‌توان به تمرینات شروت^۷ با تاکید بر انجام تمرینات سه‌بعدی با توجه به ماهیت دفرمیتی اسکولیوز، برنامه توانبخشی یکپارچه اسکولیوزیس^۸ با تمرکز بر انجام تمرینات ورزشی فشرده و طولانی‌مدت، تمرینات ساید شیفت^۹ با تاکید بر جابجایی لگن در وضعیت‌های بدنی مختلف که سعی در کاهش انحنای جانبی ستون فقرات دارد و برنامه رویکرد تمرینات ویژه اسکولیوزیس^{۱۰} که یک برنامه توانبخشی اسکولیوز مبتنی بر شواهد و مدارک علمی است و توسط نگرینی و همکاران در سال ۲۰۰۸ پیشنهاد شده است، اشاره نمود.^[۶] اخیراً برنامه‌های تمرین درمانی دیگری نیز مورد توجه محققین و درمانگران این حوزه قرار گرفته است که بر اساس ویژگی‌های فردی و ماهیت ناهنجاری طراحی شده و از آن جمله می‌توان به برنامه درمانی فردی-عملکردی اسکولیوزیس^{۱۱} اشاره نمود. این پروتکل اصلاحی و درمانی شامل سه مرحله معاینات، آماده سازی برای اصلاح و اصلاح سه‌بعدی است و با تاکید بر ارزیابی جامع فرد و استفاده از تکنیک‌های

1 Three-dimensional Deformity

2 Epidemiology Studies

3 Postural Deviations

4 Coronal Plane

5 Sagittal Plane

6 Spine Stability

7 Schroth Program

8 Integrated Scoliosis Rehabilitation (ISR)

9 Side Shift Program

10 Specific Exercise Approach Scoliosis (SEAS)

11 Functional Individual Therapy of Scoliosis (FITS)

متنوعی از قبیل ریلیزیشن، استرچینگ، و پوزیشنینگ سه‌بعدی در سال ۲۰۰۴ ارائه شد.^[۷، ۴] شایان ذکر است که تحقیقات کمی به بررسی اثربخشی تمرینات جسمانی با هدف اصلاح و پیشگیری از تشدید اسکولیوزهای غیرساختاری پرداخته است و به نظر می‌رسد با توجه به وجود دیدگاه‌های بالینی در مورد ناهنجاری اسکولیوزیس توجه کمتری به اسکولیوزهای غیرساختاری و وضعیتی به ویژه در افراد بالغ شده است. با بررسی تحقیقاتی که از تمرینات جسمانی به عنوان یک روش درمانی در اسکولیوز ایدیوپاتیک استفاده نموده‌اند، نمایان می‌شود که هنوز نقطه اشتراکی در مورد یک مدل تمرینی موثر و کارآمد حاصل نشده؛ اگرچه برخی محققین که از تمرینات جسمانی در درمان اسکولیوز ایدیوپاتیک استفاده نموده‌اند نه تنها اثربخشی تمرینات بر انحنای جانبی ستون فقرات را موثر می‌دانند، بلکه افزایش کنترل عصبی-حرکتی^۱، ثبات ستون فقرات^۲، کاهش اختلالات راستای ستون فقرات^۳ و بهبود زاویه کوب، افزایش عملکرد تنفسی^۴، بهبود قدرت، تحرک ستون فقرات و تعادل را نیز از دیگر مزایای تمرینات جسمانی عنوان می‌کنند.^[۱۱-۶]

از سوی دیگر با توجه به دیدگاه بالینی غالب در مورد ناهنجاری‌های ستون فقرات و به طور خاص اسکولیوزیس اغلب از روش‌های کلینیکی همچون رادیوگرافی برای ارزیابی و اندازه‌گیری این ناهنجاری استفاده شده است که لزوم بررسی و ارائه روش‌های در دسترس و میدانی استاندارد برای ارزیابی و اندازه‌گیری ناهنجاری‌های جسمانی به ویژه ناهنجاری اسکولیوز غیرساختاری را نمایان می‌کند. یکی از روش‌هایی که اخیراً مورد توجه محققان در اندازه‌گیری و کمی کرده شاخص‌های مربوط به ناهنجاری اسکولیوزیس قرار گرفته است، روش فتوگرامتری^۵ (عکس‌برداری دیجیتال) است.^[۱۴-۱۲] اگرچه روش رادیوگرافی برای تعیین زاویه کاب به عنوان استاندارد طلایی^۶ مورد توجه است^[۱۳]، استفاده مکرر از تصویربرداری با اشعه X به ویژه در کودکان و زنان در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت توصیه نمی‌شود.^[۱۴] از طرفی دیگر، هزینه‌های بالا، عدم تمایل افراد برای شرکت در این‌گونه ارزیابی‌ها و نیاز به تجهیزات خاص سبب شده تا بسیاری از محققان برای کمی کردن نتایج ارزیابی‌های وضعیت بدنی و تعیین مقادیر عددی انحرافات وضعیتی به استفاده از روش‌های بی‌خطر و ساده همچون روش‌های مختلف عکس‌برداری (فتوگرافی) و سایر روش‌های تحلیل کامپیوتری وضعیت بدنی تمایل داشته باشند. روش‌هایی که محققان برای ارزیابی و اندازه‌گیری شاخص‌های وضعیت ستون فقرات و تنه مورد استفاده قرار داده‌اند شامل روش سیستم مختصات^۷، شاخص‌های نالت^۸، شاخص‌های پاتیاس^۹، شاخص TRACE^{۱۰}، شاخص ISIS^{۱۱}، شاخص‌های QGIS^{۱۲} و شاخص تقارن خلفی تنه^{۱۳} می‌باشد.^[۱۳، ۱۲]

اهداف اختصاصی مطالعه حاضر که شامل مقایسه اثربخشی تمرینات اصلاحی سنتی (متداول) و جدید (خوداصلاحی) از یک سو و تمرینات موضعی و جامع از سوی دیگر، همچنین بررسی تاثیر کاربرد تمرینات سه‌بعدی در مقایسه با انجام تمرینات در یک صفحه حرکتی و در نهایت مطالعه اثربخشی تمرینات ترکیبی و متنوع در مقایسه با برنامه تمرینات یکنواخت بود، طراحی و به اجرا در آمد. در واقع هدف از تحقیق حاضر مقایسه تاثیر هشت هفته تمرینات متداول (تمرینات کششی-تقویتی)، خوداصلاحی و ترکیبی (تمرینات متداول و خوداصلاحی) بر میزان انحنای جانبی ستون فقرات و درجه اسکولیوزیس در افراد مبتلا به ناهنجاری اسکولیوزیس غیرساختاری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

طرح تحقیق حاضر مطالعه‌ای ۴ گروهی همراه با مداخله تمرینی در ۳ گروه تجربی شامل گروه تمرینات اصلاحی متداول، خوداصلاحی، ترکیبی و گروه بدون مداخله تمرینی در قالب گروه کنترل همراه با پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌ها است. در این تحقیق به بررسی و مقایسه درون و بین‌گروهی تغییرات انحنای جانبی ستون فقرات (زاویه اسکولیوز) در گروه‌های تمرین و کنترل پرداخته شد. به منظور کنترل اثر متغیرهای مداخله‌ای مزاحم و همچنین کاهش اثرات جانبی ناشی از اختلاف میان نمونه‌ها از روش تصادفی همراه با کورسازی در گروه‌بندی آزمودنی‌ها

- 1 Neuromotor Control
- 2 Stability of the Spine
- 3 Reduction of Postural Collapse
- 4 Increase Breathing Function
- 5 Photogrammetry
- 6 Golden Standard
- 7 Coordinate System
- 8 Nault Indices
- 9 Patias Indices
- 10 Trunk Aesthetic Clinical Evaluation Indices (TRACE)
- 11 Integrated Shape Imaging System (ISIS)
- 12 Quantec Spinal Image System (QGIS)
- 13 Posterior Trunk Symmetry Index

استفاده گردید. با توجه به وجود مداخله تمرینی، تقسیم تصادفی نمونه‌ها در گروه‌های مداخله‌ای و وجود گروه کنترل، تحقیق حاضر در قالب مطالعات تصادفی کنترل شده (RCT) می‌باشد.

جامعه آماری تحقیق حاضر را زنان و مردان دانشجوی ۲۰ تا ۳۰ سال دانشگاه‌های تهران و تربیت مدرس تشکیل دادند که در فراخوان ارائه خدمات غربالگری پاسچر و ارزیابی سلامت جسمانی که در یک بازه سه ماهه اطلاع‌رسانی شد، شرکت نموده بودند. آزمودنی‌های این پژوهش شامل ۵۳ فرد مبتلا به اسکولیوز غیرساختاری با اسکولیوز ۱۰ تا ۲۰ درجه (شدت خفیف تا متوسط) بودند که پس از ارزیابی اولیه و شناسایی ناهنجاری بر اساس معیارهای ورود و خروج و همچنین کسب رضایت فردی، به صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت داده شدند. افرادی که دارای اسکولیوزهای ساختاری و یا دارای انحرافات با شدت‌های متوسط تا شدید بودند، به مراکز درمانی دیگر که از قبل هماهنگ شده بود، ارجاع داده شدند.

روش نمونه‌گیری و تعیین حجم نمونه

با توجه به محدودیت تحقیقات مشابه در مورد اصلاح ناهنجاری اسکولیوز غیرساختاری با استفاده از تمرینات اصلاحی، محقق به طور مشابه با مراحل آزمون اصلی و بر اساس معیارهای ورود، خروج و متغیرهای اصلی تحقیق (درجه اسکولیوزیس و شاخص‌های تقارن سطح خلفی تنه) یک مطالعه آزمایشی با شرکت ۱۵ فرد مبتلا به اسکولیوز غیرساختاری در قالب گروه تمرین (۶ زن و ۳ مرد) و گروه کنترل (۴ زن و ۲ مرد) انجام داد. سپس با توجه به میانگین و انحراف معیار حاصل از آن و با ضریب اطمینان ۰/۹۵ و توان آزمون ۰/۹۰ تعداد نمونه‌های مناسب برای گروه‌های مورد مطالعه تعیین شد.^[۱۵] لازم به ذکر است که تعداد نمونه‌های تحقیق حاضر طبق فرمول زیر محاسبه گردید.^[۴] بر اساس این فرمول تعداد نمونه‌های مورد نیاز در هر گروه ۱۲ نفر تعیین و با توجه به ریزش احتمالی تعداد نمونه‌ها در هر گروه ۱۵ نفر در نظر گرفته و به طور تصادفی در گروه‌ها قرار داده شد.

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 \sigma^2}{\delta^2}$$

$$n = \frac{(1.98 + 1.28)^2 [(5.37)^2 + (2.24)^2]}{(5.78 - 11.21)^2} = 12.04 \approx 12$$

✓ **1-β:** توان آزمون (۹۰٪)

✓ **α:** ۰/۰۵

✓ **σ:** انحراف معیار متغیر وابسته (درجه اسکولیوزیس) در پس‌آزمون

$$\sigma^2 = [S_1^2 (\text{انحراف معیار درجه اسکولیوز گروه تمرین در پس‌آزمون}) + S_2^2 (\text{انحراف معیار درجه اسکولیوز گروه کنترل در پس‌آزمون})]^2$$

✓ **δ:** میانگین متغیر وابسته (درجه اسکولیوزیس) در پس‌آزمون

$$\delta^2 = [M_1^2 (\text{میانگین درجه اسکولیوز گروه تمرین در پس‌آزمون}) + M_2^2 (\text{میانگین درجه اسکولیوز گروه کنترل در پس‌آزمون})]^2$$

برای بررسی پایایی تعیین نشانگرهای آناتومیک (راستای ستون فقرات) از ضریب همبستگی درون آزمونگر^۲ و بین آزمونگران^۳ (ICC) استفاده شد.^[۴] بر اساس نتایج حاصل میزان پایایی درون آزمونگر (تکرارپذیری درونی)^۴ برای آزمونگر و همکار خانم به ترتیب ۰/۹۴ و ۰/۸۹ و پایایی بین آزمونگران (تکرارپذیری بین دو آزمونگر)^۵ ۰/۹۲ به دست آمد. بر اساس منابع موجود تقسیم‌بندی ضریب همبستگی درون آزمونگر و برون آزمونگر مربوط به تعیین نشانگرهای آناتومیک مربوط به این تحقیق در حد بالا و خوب قرار داشت.

آزمودنی‌های تحقیق حاضر شامل زنان و مردان مبتلا به اسکولیوز غیرساختاری با یک انحنای جانبی در ناحیه سینه‌ای به میزان ۱۰ تا ۲۰ درجه با دامنه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال بودند. آزمودنی‌ها در زمان انجام تحقیق و در بازه زمانی پیش و پس‌آزمون، تحت روش‌های درمانی قرار نداشته و به فعالیت‌های کاری خاص یا ورزش منظم اشتغال نداشتند. تمام آزمودنی‌های تحقیق غیرورزشکار بودند. معیارهای خروج از تحقیق شامل هرگونه سابقه جراحی در ستون فقرات، سوابق پاتولوژیکی (بیماری) که منجر به اسکولیوزیس یا سایر ناهنجاری‌های ستون فقرات در فرد شده باشد (از جمله سل ستون فقرات)، آسیب‌های ارتوپدیک همچون شکستگی ستون فقرات، کوتاهی ساختاری یا عملکردی بیش از ۲ سانتی‌متر در یکی از اندام‌های تحتانی^[۴]، اسکولیوزهای مرکب و یا ابتلا به اسکولیوزهای ساختاری و ثابت، دفورمیتی‌های مشهود تنه، استفاده از بریس یا سایر ارتزهای اصلاحی همچون کفی کفش همزمان با دوره انجام تحقیق، ناهنجاری وضعیتی یا ساختاری مشهود در ستون فقرات (هایپرلوردوزیس،

1 Randomized Control Trials

2 Inter Class Correlation Coefficient

3 Intra Class Correlation Coefficient

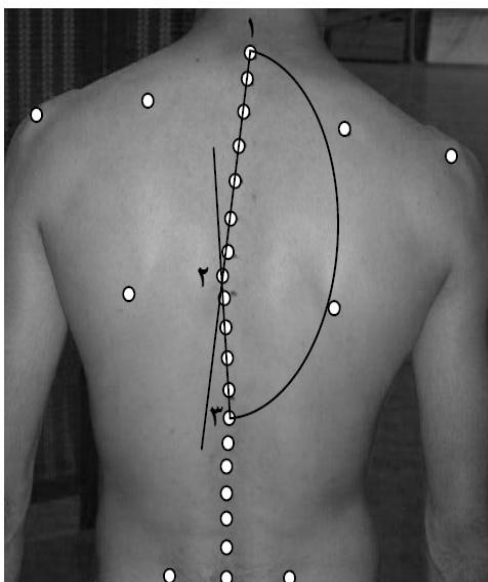
4 Inter-rater Reliability (Test-retest Reliability)

5 Intra-rater Reliability (Intra-tester Reliability)

هایپرکایفوزیس) یا اندام تختانی، وزن خارج از محدوده طبیعی و یا شاخص توده بدنی کمتر از ۱۸ بیش از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع^[۱] و تیپ بدنی غیرمتعارف^[۴] بود. همچنین عدم تمایل آزمودنی به ادامه شرکت در تمرینات اصلاحی، غیبت در تمرینات (۲ جلسه متوالی و یا ۳ جلسه غیرمتوالی) و عدم حضور در مرحله پس‌آزمون از جمله معیارهای حذف از تحقیق حاضر بود.

اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق

در تحقیق حاضر از روش فتوگرافی^۱ برای تعیین میزان انحنای جانبی ستون فقرات و از روش سیستم مختصات برای تعیین پارامترهای سطحی تنه به عنوان نشانگرهای آناتومیکی واقع بر سطح خلفی تنه در صفحه فرونتال که توسط انجمن ارتوپدی و توانبخشی اسکولیوزیس (SOSORT)^۲ در سال ۲۰۰۹ پیشنهاد شده است، استفاده شد.^[۱۳] متغیر اصلی تحقیق شامل انحراف جانبی ستون فقرات با استفاده از عکس برداری دیجیتال تنه در سطح خلفی در صفحه فرونتال و در وضعیت ایستاده و با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری Corel Draw 11.0 اندازه‌گیری شد.^[۴، ۱۴] برای تعیین میزان زاویه انحنای جانبی از روش نشانه‌گذاری زوائد خاری مهره‌های C7 تا S1 استفاده گردید. در این روش مهره‌های علامت‌گذاری شده که در امتداد یکدیگر قرار دارند به وسیله خطی به یکدیگر متصل شده و خطی را می‌سازند که با خط حاصل از اتصال مهره‌هایی که در میسر متفاوت هستند، تلاقی می‌کند، این نقطه در واقع نقطه عطف بین دو خط است و عدد حاصل از زاویه حاده بین این دو خط میزان انحنای جانبی ستون فقرات یا درجه اسکولیوزیس آزمودنی را نشان می‌دهد.^[۱۳، ۱۴] لازم به ذکر است برای تعیین زاویه اسکولیوزیس از مدل ارائه‌شده توسط کارن و همکاران^۳ در سال ۲۰۰۹ استفاده شد؛ در این روش زاویه بین خطوط فوقانی و تحتانی مرکز انحنا (نقطه تلاقی دو خط) از عدد ۱۸۰ کم شده و عدد حاصل زاویه اسکولیوزیس فرد خواهد بود (شکل شماره ۱).



تصویر ۱: روش تعیین زاویه انحنای جانبی ستون فقرات (درجه اسکولیوزیس) با نشانه‌گذاری زوائد خاری مهره‌های هفتم گردنی (C7) تا اول خاجی (S1). ۱: اولین مهره درگیر در انحراف جانبی، ۲: نقطه عطف بین دو خط و ۳: آخرین مهره درگیر در انحنای جانبی مهره‌ها^[۴]

برای علامت‌گذاری نشانگرهای آناتومیکی واقع بر سطح خلفی تنه بر اساس مدل سیستم مختصات از آزمودنی خواسته شد تا در حالت ایستاده و وضعیت بدنی غالب خود قرار گیرد، سپس از او خواسته شد تا سر خود را به جلو خم کند، برجسته‌ترین مهره^۴ (زائده خاری) مشاهده شده و قابل لمس در ناحیه تحتانی گردن به عنوان مهره هفتم گردنی در نظر گرفته شد، سپس به وسیله انگشتان خاری شوی مهره‌ها به سمت پایین تا استخوان خاجی دنبال و به وسیله ماژیک مخصوص علامت‌گذاری گردید. برای تایید مهره علامت‌گذاری شده در انتهای ستون فقرات به عنوان مهره اول خاجی آزمونگر از تعیین فرورفتگی‌های خاجی و مهره هم‌تراز آن در سطح افقی استفاده نمود.^[۱۶] برای علامت‌گذاری مهره چهارم

1 Photography

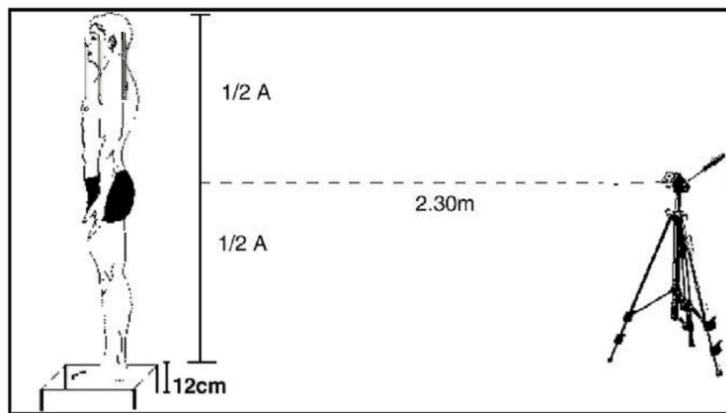
2 Society on Scoliosis Orthopedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT)

3 Karen et al. 2009

4 Vertebra Prominens

کمری آزمونگر با تعیین ارتفاع تاج‌های خاصه‌ای^۱ و مهره‌ هم‌تراز با این سطوح، مهره چهارم کمری را شناسایی و علامت‌گذاری نمود، بدین صورت که آزمونگر در پشت آزمودنی قرار گرفت و بخش‌های جانبی لگن آزمودنی در هر دو طرف را لمس و دست‌ها را به سمت بالا حرکت داد تا به بالاترین بخش لگن، یعنی تاج خاصه در هر دو طرف برسد. سپس با قرار دادن سطح رویی انگشتان اشاره و میانی روی تاج خاصه با شست دست مسیر افقی این سطوح را به سمت خط میانی^۲ بدن دنبال کرد تا به خار شوکی مهره چهارم کمری (L4) برسد.^[۱۴، ۱۶]

در این تحقیق برای عکس‌برداری از دوربین دیجیتال (Canon, model; Power Shot A630) که بر روی سه پایه در سطح افقی، عمود بر صفحه فرونتال و در ارتفاع حدود نصف طول قد فرد (حدود ارتفاع لگن آزمودنی) قرار داده شد، استفاده گردید. لازم به ذکر است که فاصله دوربین در تمام وضعیت‌های عکس‌برداری و محل ایستادن برای تمامی آزمودنی‌ها و مراحل مختلف تحقیق ثابت و مشابه بود؛ به طوری که پس از علامت‌گذاری شاخص‌های مورد نظر آزمودنی در فاصله ۲،۳۰ متری از دوربین بدون کفش و روی یک سکوی ۱۲ سانتی-متری در وضعیت بدنی غالب خود قرار گرفته و عکس‌برداری انجام گرفت (شکل شماره ۲).^[۱۴، ۴]



تصویر ۲: وضعیت آزمودنی به هنگام عکس‌برداری

لازم به ذکر است که مکان اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق و همچنین انجام تمرینات اصلاحی بر اساس دستورالعمل آکادمی پزشکی ورزشی آمریکا^۳ به لحاظ دما بین ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد تنظیم و از نور، شرایط ایمنی و رفاهی مطلوبی برخوردار بود.^[۱۷] محدودیت‌های خارج از کنترل محقق شامل رژیم غذایی، استراحت و عوامل ذهنی-روانی آزمودنی‌ها بود.

برنامه تمرینات اصلاحی

پس از آموزش تمرینات اصلاحی هر یک از آزمودنی‌های گروه‌های آزمایش به مدت ۸ هفته (سه جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۶۰ تا ۷۵ دقیقه) تحت نظارت مستقیم محققین در برنامه تمرینات اصلاحی قرار گرفتند. برنامه تمرینات در هر جلسه بدین شکل بود که در ابتدا شرکت-کنندگان برنامه تمرینات گرم کردن شامل راه رفتن روی تردمیل به مدت ۵ دقیقه و انجام حرکات کششی ویژه ناحیه تنه و اندام‌های فوقانی به مدت ۵ دقیقه که بین هر سه گروه تجربی مشترک بود را انجام دادند و سپس برنامه اصلی تمرینات به مدت ۴۵ دقیقه (در هفته‌های ابتدایی) تا ۶۰ دقیقه (در هفته‌های انتهایی) انجام شد. در انتهای برنامه تمرینات اصلاحی نیز ۵ دقیقه برای سرد کردن در نظر گرفته شد. برنامه‌های تمرینات اصلاحی در گروه‌های تجربی بر اساس ویژگی‌های فردی و خصوصیات ناهنجاری هر آزمودنی طراحی و پیشرفت داده شد. در واقع از یک نسخه ورزشی یکسان برای تمام آزمودنی در گروه‌های مطالعه استفاده نشد و بلکه بر اساس یک چهارچوب واحد و برنامه‌های تمرینی ارائه-شده در جدول شماره ۳ زیر بهره گرفته شد.

پیشرفت در تمرینات بر اساس اصول اضافه‌بار و افزایش تدریجی بار تمرینات شامل پیشرفت در مدت و تکرار بود. تمرینات کششی در مراحل اولیه با حداقل مدت شش ثانیه شروع و در برخی موارد تا حدود ۳۰ ثانیه افزایش یافت. در مورد تمرینات جنبش‌پذیری و تقویتی نیز از یک ست با حداقل ۶ تکرار شروع و با توجه به کسب توانایی لازم در آزمودنی در هفته‌های پایانی تا ۳ ست و ۸ تکرار پیشرفت داده شد. لازم به ذکر است که حداقل شش ثانیه کشش برای تطابق‌پذیری گیرنده‌های عصبی-عضلانی، عصبی-تاندونی و حداقل اثربخشی تمرینات انعطاف‌پذیری توصیه شده است.^[۴] برنامه‌های تمرینی (متداول، خوداصلاحی و ترکیبی) بر اساس اصول نوروفیزیولوژیک حاکم بر تمرینات اصلاحی با الویت تمرینات

1 Iliac Crest

2 Mid Line of Body

3 American College of Sport Medicine (ACSM)

کشتی متقارن، تمرینات کششی نامتقارن، تمرینات تقویتی متقارن و تمرینات تقویتی نامتقارن طراحی و اجرا شد.^[۱۷، ۴] آزمودنی‌های گروه‌های تجربی در روزها و ساعات متفاوتی به اجرای برنامه تمرینی ویژه خود پرداختند تا با یکدیگر برخورد نداشته و از برنامه تمرینی متفاوت بین گروه‌ها آگاهی پیدا نکنند. سرانجام پس از ۸ هفته تمرینات اصلاحی مجدداً متغیرهای تحقیق در تمامی نمونه‌های تحقیق (گروه‌های آزمایش و کنترل) و بر اساس روش قبل اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که مقادیر مربوط به میزان زاویه انحنا جانبی ستون فقرات که بر اساس تصاویر فتوگرافی تعیین شد، با کدهای مشخصی نام‌گذاری و آزمونگر و آزمودنی تا پایان دوره تمرینات از این مقادیر بی‌اطلاع بودند تا خللی در فرآیند انجام تمرینات و نتایج نهایی ایجاد نگردد.

شماره تمرین	توضیح تمرین
تمرین 1	تمرین کششی متقارن 1
تمرین 2	تمرین کششی متقارن 2
تمرین 3	تمرین کششی نامتقارن 1
تمرین 4	تمرین کششی نامتقارن 2
تمرین 5	تمرین کششی - چرخشی تنه
تمرین 6	تمرین تقویتی متقارن
تمرین 7	تمرین تقویتی نامتقارن

ا: پروتکل تمرینات متداول

شماره تمرین	توضیح تمرین
تمرین 1	تمرین ویژه بهبود انحناهای فیزیولوژیک ستون فقرات
تمرین 2	تمرین سه بعدی آسان شده
تمرین 3	تمرین ترکیب شده با فعالیت زندگی روزانه در وضعیت ایستاده
تمرین 4	تمرین ترکیب شده با فعالیت زندگی روزانه در وضعیت نشسته
تمرین 5	تمرین شروت 1
تمرین 6	تمرین شروت 2
تمرین 7	تمرین آینه

ب: پروتکل تمرینات خوداصلاحی

شماره تمرین	توضیح تمرین
تمرین 1	تمرین کششی - چرخشی تنه
تمرین 2	تمرین کششی نامتقارن
تمرین 3	تمرین تقویتی نامتقارن
تمرین 4	تمرین سه بعدی آسان شده
تمرین 5	تمرینات ترکیب شده با فعالیت‌های زندگی روزانه در وضعیت نشسته
تمرین 6	تمرین شروت 1
تمرین 7	تمرین آینه

ج: پروتکل تمرینات ترکیبی

تصویر ۳: پروتکل‌های تمرینات اصلاحی مورد استفاده در تحقیق (ا: تمرینات متداول، ب: تمرینات خوداصلاحی، ج: تمرینات ترکیبی)

پس از جمع‌آوری اطلاعات تحقیق، داده‌های مربوط به ویژگی‌های آزمودنی‌ها از قبیل سن، قد و وزن به علاوه متغیرهای تحقیق در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ مورد تحلیل قرار گرفت. بدین منظور از مدل ترکیبی (زمان) ۲×۴ (گروه) ۴ و از آزمون تحلیل واریانس اندازه‌گیری‌های تکراری استفاده شد تا اثر تعاملی زمان در دو مرحله پیش از مداخله و پس از مداخله بر گروه‌های چهارگانه تمرین و کنترل (۴ سطح) مشخص گردد. در صورت معنادار بودن اثر تعاملی زمان بر گروه‌های تحقیق از آزمون‌های تعقیبی تی زوجی برای مقایسه درون‌گروهی (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) و تحلیل واریانس یک‌طرفه برای مقایسه بین گروهی متغیرها در پس‌آزمون استفاده شد. سطح معناداری در تحقیق حاضر در سطح ۹۵٪ با آلفای ۵٪ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

تحلیل توصیفی ویژگی‌های فردی (سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی) آزمودنی‌ها به تفکیک گروه‌های تحقیق در جدول شماره ۱ ارائه شده است. جهت بررسی اختلاف در ویژگی‌های فردی بین گروهی از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد که در متغیرهای سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی بین گروه‌های تحقیق اختلاف معناداری وجود ندارد ($p > 0.05$).

جدول ۱: اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها (میانگین \pm انحراف استاندارد) در گروه‌های تحقیق

ویژگی‌های آزمودنی‌ها	تمرینات متداول (n=۱۴)	تمرینات خوداصلاحی (n=۱۳)	تمرینات ترکیبی (n=۱۴)	گروه کنترل (n=۱۲)	F	p
سن (سال)	۲۳/۳۵ \pm ۲/۷۲	۲۴/۶۴ \pm ۲/۶۷	۲۳/۱۴ \pm ۱/۷۹	۲۲/۳۳ \pm ۱/۷۲	۲/۲۸	۰/۰۹۱
قد (سانتی‌متر)	۱۶۵/۴۲ \pm ۸/۲۷	۱۶۹/۸۹ \pm ۱۱/۲۵	۱۷۱/۳۲ \pm ۷/۶۵	۱۶۷/۸۳ \pm ۶/۰۶	۱/۹۳	۰/۱۳۷
وزن (کیلوگرم)	۶۰/۴۶ \pm ۷/۷۵	۶۴/۱۷ \pm ۱۰/۶۷	۶۶/۵۵ \pm ۷/۵۱	۵۹/۴۵ \pm ۸/۲۷	۱/۲۳	۰/۳۰۶
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۱/۶۵ \pm ۱/۴۶	۲۱/۹۰ \pm ۱/۶۲	۲۲/۳۱ \pm ۱/۳۷	۲۰/۹۴ \pm ۱/۵۴	۱/۸۶	۰/۱۴۸

از آزمون ترکیبی تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری با تصحیح گرین هاوس-گایزر در ارتباط با متغیر مورد مطالعه (درجه اسکولیوزیس) استفاده شد. همچنین از آزمون تعقیبی تی زوجی جهت بررسی اختلاف درون گروهی و از آزمون واریانس یک‌طرفه جهت بررسی اختلاف بین گروهی استفاده گردید. اطلاعات مربوط به متغیر انحنای جانبی ستون فقرات (درجه اسکولیوزیس) (میانگین \pm انحراف استاندارد) به تفکیک گروه‌های تحقیق در پیش و پس‌آزمون در جدول شماره ۲ گزارش شده است.

جدول ۲: درجه اسکولیوزیس (میانگین \pm انحراف استاندارد) در گروه‌های تمرین و گروه کنترل در مراحل پیش و پس‌آزمون

متغیر	آزمون	تمرینات متداول	تمرینات خوداصلاحی	تمرینات ترکیبی	گروه کنترل	F	p
میزان انحنای جانبی (درجه اسکولیوزیس)	پیش‌آزمون	۱۱/۰۳ \pm ۲/۱۱	۱۰/۱۶ \pm ۱/۸۷	۱۱/۴۴ \pm ۲/۰۲	۱۰/۳۴ \pm ۲/۱۷	۱/۴۴	۰/۲۴۲
	پس‌آزمون	۴/۶۷ \pm ۱/۲۷*	۵/۱۱ \pm ۱/۲۵*	۴/۰۳ \pm ۰/۷۰*†‡	۱۱/۱۵ \pm ۰/۶۴†	۱۲۸/۴۱	۰/۰۰۰۱

* تفاوت معنادار نتایج پس‌آزمون در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل ($P < 0.001$)

† تفاوت معنادار نتایج پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در گروه‌های تحقیق ($P < 0.05$)

‡ تفاوت معنادار نتایج پس‌آزمون نسبت به گروه خوداصلاحی ($P \leq 0.01$)

با توجه به نتایج تحقیق حاضر هر سه مدل تمرینات اصلاحی دارای اثربخشی با اندازه اثر بالا بود و در این میان به ترتیب مدل تمرینات ترکیبی (۵/۰۸)، متداول (۴/۰۶) و خوداصلاحی (۳/۲۴) دارای بیشترین اثر بر متغیر درجه اسکولیوزیس (میزان انحنای جانبی) بود. در این مطالعه برای تعیین مقدار عددی اندازه اثر از روش کوهن^۱ و شاخص f استفاده شد.

بحث

در سه دهه اخیر برخی محققان و درمانگران از برنامه‌های تمرینات جسمانی به عنوان روشی پیشگیرانه، اصلاحی و درمانی در افراد مبتلا به اسکولیوزیس بهره برده‌اند و در این میان برخی این روش‌ها و مدل‌های تمرینی را موثر و برخی بی‌تاثیر گزارش نموده‌اند.^[۱۹-۲۲] به‌هرحال همچنان توافقی کلی بر تاثیر تمرینات جسمانی در اصلاح و درمان ناهنجاری اسکولیوزیس وجود ندارد و از طرفی دیگر، هنوز یک مدل تمرینی اثربخش و کارآمد به عنوان یک پروتکل پیشنهادی در اصلاح و درمان اسکولیوزیس غیرساختاری ارائه نشده است. دوبوسیز و همکاران (۲۰۰۲، ۲۰۰۶) بر اساس تحقیقاتی جداگانه گزارش نمودند که افراد مبتلا به اسکولیوزیس، دارای ضعف عضلات نواحی تنه و ران هستند و ممکن است این ضعف خود از جمله علل بروز یا تشدید ناهنجاری باشد. آنها بیان کردند که تقویت این عضلات می‌تواند سبب بهبود انحراف ستون فقرات گردد.^[۲۳-۲۵] همچنین اُتمن و همکاران (۲۰۰۵) افزایش قدرت عضلات تنه را در افراد مبتلا به اسکولیوزیس پس از یک دوره تمرینات اصلاحی گزارش نمودند و این مسئله را سبب بهبودی این ناهنجاری در افراد مبتلا گزارش کردند.^[۲۶] اهمیت تمرینات اکستنشن

¹ Cohen

ستون فقرات با هدف بهبود قدرت عضلات ارتکوراسپاین به عنوان یکی از عضلات ثبات‌دهنده ستون فقرات در افراد مبتلا به اسکولیوزیس مورد توصیه برخی محققین بوده و این تمرینات را در بهبود این ناهنجاری موثر گزارش نموده‌اند.^[۹-۱۱] بایار و همکاران^۱ (۲۰۰۴) گزارش نمودند که یک برنامه تمرینات اصلاحی کوتاه‌مدت مشتمل بر تمرینات قدرتی و کششی موجب کاهش اثرات منفی ارتز بر تنفس شده و میزان انحنای جانبی در آزمودنی‌های مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک را کاهش داده است.^[۱۲] تیموتی (۲۰۱۳) در گزارش نتایج تحقیقات خود، تمرینات کششی-تقویتی را سبب بهبود اسکولیوز در آزمودنی‌ها بیان نمود. او گزارش کرد که ۸۴ درصد از آزمودنی‌ها پس از انجام تمرینات اصلاحی دارای وضعیت بهتری در راستای ستون فقرات خود نسبت به پیش‌آزمون بودند.^[۱۳] نتایج تحقیقات دوبوسیز و همکاران، اُتمن و همکاران، بایار و همکاران و تیموتی با نتایج حاصل از تحقیق حاضر در ارتباط با اثربخشی تمرینات کششی-تقویتی (متداول) همسو می‌باشد. تحقیقات فوق بر روی آزمودنی‌های دارای اسکولیوز ایدیوپاتیک و تحقیق حاضر بر روی آزمودنی‌های دارای اسکولیوز غیرساختاری انجام شده است.

بر اساس رویکرد جاندا (۲۰۱۱) از جمله مهمترین علل بروز ناهنجاری‌ها و انحرافات پاسچرال افزایش فعالیت (هایپرتونیسیت^۲ و بیش‌فعالی^۳) گروه‌های عضلانی خاص در مقابل مهار گروه‌های عضلانی مخالف (هیپوتونیسیت^۴ و ضعف^۵) در زنجیره حرکتی است. جاندا بیان می‌کند که همواره گروه‌های عضلانی خاصی دچار هایپرتونیسیت شده که ناشی از کاهش آستانه تحریک‌پذیری^۶ و بیش‌فعالی آنها است که زمینه‌ساز سفتی و کوتاهی این عضلات می‌باشد. در مقابل عضلاتی دچار هیپوتونیسیت هستند؛ به طوری که آستانه تحریک‌پذیری آنها افزایش یافته و دارای تاخیر در فعال‌سازی می‌باشند. این گروه از عضلات غالباً ضعیف و مهار^۷ شده‌اند.^[۴] کندال^۸ نیز در اصلاح ناهنجاری‌های وضعیتی یا غیرساختاری به بازیابی طول طبیعی عضلات و تقویت عضلات ضعیف تاکید کرده و بر اساس اصول نوروفیزیولوژیک احیای طول عضلات کوتاه‌شده را بر تقویت عضلات مهارشده مقدم می‌داند.^[۱۴]

میر^۹ (۲۰۰۳) در تحقیقی با تاکید بر استفاده از تمرینات اصلاحی کلی پاسچر^{۱۰} در گزارش نتایج تحقیق خود بیان کرد که تمرینات تقویتی، طول واحد عضلانی و تری را تغییر داده و بخش‌های مختلف ساختار اسکلتی را جابجا می‌کند و سبب بهبود ثبات و پایداری ستون فقرات می‌شود. همچنین او بیان می‌کند که تمرینات کششی می‌تواند سبب هماهنگی و تعادل گروه‌های عضلانی موافق و مخالف گردد.^[۱۵] میر اشاره می‌کند که تمرینات اصلاحی عمومی بر پایه تمرینات کششی-تقویتی می‌تواند سبب بهبود عملکرد هماهنگ عضلات گردد و تعادل عضلانی ایجادشده سبب بهبود انحرافات وضعیتی موجود در فرد می‌شود. با توجه به موارد ذکرشده تمرینات اصلاحی باید با هدف کاهش تون و افزایش طول عضلات بیش‌فعال، سفت و بافت‌های کوتاه و تقویت عضلات مهار و ضعیف‌شده سمت مقابل طراحی و به اجرا درآیند تا تعادل عضلانی ایجاد گردد.^[۱۶، ۱۷] همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هشت هفته تمرینات خوداصلاحی سبب کاهش درجه اسکولیوز در آزمودنی‌ها شده است. وایس (۲۰۱۰ و ۲۰۱۱) و وایس و سیبل (۲۰۱۱) در دو تحقیق جداگانه از تمرینات جسمانی با محوریت تمرینات خوداصلاحی (کشش در صفحه فرونتال و چرخش در صفحه هوریزنتال با توجه به ماهیت ناهنجاری) در درمان افراد مبتلا به اسکولیوزیس بهره بردند و در نهایت این تمرینات را در کاهش زاویه کاب موثر گزارش نمودند.^[۹-۱۱] همچنین وایس و همکاران (۲۰۱۰ و ۲۰۱۱) و نگرینی و همکاران (۲۰۰۸ و ۲۰۱۱) در تحقیقاتی جداگانه نشان دادند که یک دوره تمرینات جسمانی در قالب تمرینات خوداصلاحی منجر به کاهش درجه اسکولیوزیس در آزمودنی‌ها شده است.^[۹-۱۱ و ۲۲-۲۵] برنامه تمرینات وایس و همکاران به‌طور ویژه شامل تمرینات کششی فعال ستون فقرات بود و سه جلسه در هفته انجام شد و نتایج حاصل نشان داد که زاویه کاب از ۱۹ به ۱۷ درجه کاهش یافت، اگرچه تنها در ۱۲ درصد از آزمودنی‌ها بهبودی گزارش شد.^[۹، ۱۰] نتایج تحقیقات فوق با نتایج تحقیق حاضر مبنی بر اثربخشی تمرینات خوداصلاحی در کاهش درجه اسکولیوز و بهبود راستای ستون فقرات همسو می‌باشد. وایس و سیبل (۲۰۱۰) اثر یک دوره تمرینات خوداصلاحی کوتاه‌مدت را بر میزان چرخش تنه و زاویه کاب در افراد اسکولیوتیک مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که برنامه تمرینات کوتاه‌مدت توانبخشی اسکولیوزیس^{۱۱} سبب کاهش چرخش تنه و زاویه کاب در آزمودنی‌ها شده است. آزمودنی‌های آنها شامل ۲ مرد و ۷ زن با دامنه سن ۱۱ تا ۱۸ سال بودند که تمرینات خوداصلاحی را به مدت ۵ روز و

1 Bayar. et al. (2004)

2 Hypertone

3 Hypotone

4 Over Active

5 Weakness

6 Irritability

7 Inhibited

8 Kendall (1993, 2005)

9 Meyer (2003)

10 Correction of Global Posture

11 Scoliosis Short-Term Rehabilitation

به‌طور فشرده انجام دادند.^[۱۱] این در صورتی است که وایس (۲۰۱۱) گزارش کرد که استفاده از تمرینات خوداصلاحی سبب افزایش زاویه کاب در افراد اسکولیوتیک شده است.^[۹] بررسی ادبیات تحقیق در ارتباط با اثربخشی تمرینات خوداصلاحی در کاهش زاویه کاب نشان می‌دهد که برخی تحقیقات استفاده کوتاه و بلندمدت از برنامه‌های تمرینات خوداصلاحی را در آزمودنی‌های مورد بررسی خود اثربخش و در مقابل برخی تحقیقات نیز این مدل تمرینی را بی‌اثر و حتی تشدیدکننده گزارش نموده‌اند.

بر اساس نتایج حاصل از مطالعه مروری فوسکو و همکاران (۲۰۱۱) از جمله تحقیقاتی که برنامه‌های تمرینات خوداصلاحی را بی‌اثر گزارش کردند می‌توان به تحقیق وایس (۲۰۱۱)، دوکونگ^۱ (۲۰۰۱)، مونا^۲ (۲۰۰۰) و دن بوئر^۳ (۱۹۹۹) اشاره نمود.^[۶] لازم به ذکر است که هسته اصلی برنامه‌های تمرینات مورد استفاده در تحقیقات فوق شامل تمرینات کنترل پاسچر^۴، کشش و جابجایی جانبی^۵ بود؛ به طوری که آن‌ها در برنامه‌های تمرینی خود تنها به یکی از مولفه‌های اصلاحی ستون فقرات تاکید داشته‌اند و از سایر تکنیک‌های تمرینی کمتر بهره برده‌اند. نتایج برخی تحقیقاتی که تمرینات خوداصلاحی را موثر گزارش نموده‌اند نیز نشان می‌دهد که میزان کاهش درجه اسکولیوز یا به بیان دیگر اندازه اثر مداخلات تمرینی در حدود متوسط و پایین بوده است. برای مثال وایس و همکاران (۲۰۱۱) به طور میانگین ۲ درجه کاهش را در ۱۲ درصد از آزمودنی‌ها پس از دوره تمرینات خوداصلاحی گزارش نمودند.^[۱۱] برخی محققین از جمله اوتمان (۲۰۰۵) میزان اثربخشی برنامه‌های تمرینات جسمانی در قالب تمرینات خوداصلاحی را ۱۰۰ درصد موثر گزارش نموده‌اند.^[۲۶]

شاید بتوان یکی از علل گزارش عدم اثربخشی تمرینات خوداصلاحی در مطالعات مختلف را به تفاوت در پروتکل‌های تمرینات خوداصلاحی نسبت داد، به طوری که در برخی مطالعات از حرکات سه‌بعدی و در برخی کشش و طول کردن تنه و در دیگر مطالعات صرفاً از تمرینات وضعیت‌دهی استفاده شده است. در واقع یک تعریف جامع و کلی در مورد تمرینات خوداصلاحی و برنامه‌های تمرینی آن وجود ندارد؛ اگرچه نظریه حاکم بر تمرینات خوداصلاحی تاکید بر تشابه تمرینات با ماهیت ناهنجاری اسکولیوزیس را مدنظر قرار می‌دهد و غالب تمرینات در سه صفحه حرکتی با هدف اصلاح و بازیابی راستای مطلوب ستون فقرات انجام می‌شود، اما با توجه به تنوع ناهنجاری و البته شدت‌های مختلف آن در گروه‌های مورد مطالعه تمرینات طراحی شده و مورد استفاده طیف وسیعی را به خود اختصاص می‌دهد که شاید علت اصلی تفاوت در نتایج گزارش شده در تحقیقات مختلف باشد. تمرینات خوداصلاحی به‌طور خاص عضلات عمقی و تونیک^۶ ستون فقرات را فعال می‌کند، شاید بتوان عنوان نمود که عدم استفاده از سایر تکنیک‌های تمرینی که عضلات بزرگ و فازیک^۷ تنه و ستون فقرات را درگیر می‌کند یکی از عوامل اصلی کاهش اثربخشی تمرینات خوداصلاحی باشد. در واقع عدم تعادل عضلانی در طرفین ستون فقرات و تنه سبب بروز انحرافات غیرساختاری ستون فقرات می‌شود و لازم است تا برای اصلاح آن از تمریناتی برای ایجاد تعادل عضلانی در این ناحیه استفاده شود.^[۴، ۱۷، ۳۱] به نظر می‌رسد تمرینات خوداصلاحی با توجه به ویژگی آن بیشتر بر جنبش‌پذیری و بازیابی راستای استاتیک ستون فقرات تمرکز دارد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هشت هفته تمرینات ترکیبی شامل مجموعه تمرینات کششی-تقویتی متقارن و نامتقارن به همراه تمرینات سه‌بعدی، آموزش و بازیابی راستای مطلوب ستون فقرات و تمرینات ترکیب‌شده با فعالیت‌های زندگی روزانه سبب بیشترین کاهش در متغیر درجه اسکولیوزیس در آزمودنی‌ها شده است. همان‌طور که ذکر شد در تحقیق وان و همکاران علاوه بر تمرینات خوداصلاحی از برنامه تمرینات تقویتی در افراد اسکولیوتیک استفاده شد و نتایج تحقیق نشان داد که گروه تمرینات ترکیبی (خوداصلاحی و تقویتی) نسبت به گروه تمرینات خوداصلاحی تقریباً به میزان دو برابر در میزان انحنای جانبی ستون فقرات بهبود داشته‌اند.^[۳۲] لازم به ذکر است که نظریه‌های علمی موجود در ارتباط با اصلاح ناهنجاری‌های غیرساختاری ناشی از عدم تعادل عضلانی سه هدف کلی را ارائه می‌دهد: ۱. احیای طول عضلاتی که بیش از حد فعال، سفت و کوتاه می‌باشند، ۲. تقویت عضلاتی که ضعیف و مهار شده‌اند و ۳. تثبیت الگوهای وضعیتی و حرکتی بهینه حین انجام فعالیت‌های زندگی روزانه.^[۴، ۱] تحقق این اهداف در کنار توجه به اصول کنترل حرکتی^۸ در قالب بهبود حس عمقی، عملکرد عصبی-عضلانی، تعادل^۹ و آموزش^{۱۰} وضعیت‌های بدنی مطلوب در موقعیت‌های استاتیک و داینامیک بسیار حائز اهمیت است.^[۶، ۱۷، ۳۰، ۳۲]

- 1 Duconge (2002)
- 2 Moony (2000)
- 3 Den Boer (1999)
- 4 Postural Control
- 5 Side Shift
- 6 Tonic Muscle
- 7 Phasic Muscle
- 8 Motor Control
- 9 Habitual Theraphy
- 10 Education

در تحقیق حاضر نیز در برنامه تمرینات ترکیبی علاوه بر تمرینات کششی-تقویتی از تمریناتی جهت ارتقاء سطوح هماهنگی عملکردی و وضعیتی در قالب تمرینات ایستادن و راه رفتن در مقابل آینه و تمرینات ترکیب شده با فعالیت‌های زندگی روزانه با هدف بهبود کیفیت الگوهای وضعیتی و حرکتی بهینه در آزمودنی‌ها استفاده شد و نتایج حاصل نیز بر اثربخشی بیش‌تر این مدل تمرینی دلالت داشت. اولیورز و سوزا^۱ (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای با تاکید بر بهبود تعادل سیستم اسکلتی-عضلانی همراه با بهبود آگاهی از بدن و اصلاح راستای وضعیتی با بهره‌گیری از کشش سه‌بعدی تنه در مجموع کاهش درجه انحنای جانبی آزمودنی‌ها را گزارش نمودند.^[۳۳] با توجه به تغییر الگوی‌های وضعیتی و حرکتی افراد در نتیجه عدم تعادل عضلانی ایجاد شده در ستون فقرات و سگمان‌های دیستال و پروگزیمال بازآموزی وضعیت بدنی مطلوب، اصلاح وضعیت‌های عادت‌ی در موقعیت‌های ایستاده و نشسته همراه با تمرینات کششی-تقویتی متقارن و نامتقارن با هدف ایجاد تعادل عضلانی نشان داد که بیشترین میزان کاهش درجه اسکولیوز در آزمودنی‌های گروه‌های تمرین در گروه ترکیبی به وجود آمده است که شاید بتوان این نتیجه را به تاثیر آموزش و عادت درمانی در قالب بازآموزی وضعیت بدنی مطلوب و اصلاح عادات وضعیتی در آزمودنی‌ها به همراه بهبود تعادل عضلانی در نتیجه تمرینات کششی-تقویتی نسبت داد.^[۳۴، ۳۶]

با توجه به ماهیت ناهنجاری اسکولیوز و تغییرات وضعیتی ایجاد شده در صفحه عرضی همواره عضلات چرخاننده ستون فقرات از جمله عضله مولتی‌فیدویوس در سمت تحدب دچار کوتاهی و در سمت تقعر دچار ضعف می‌شود. وایس و همکاران و نگرینی و همکاران (۲۰۱۶ و ۲۰۰۶) نشان دادند که تمرینات چرخشی در کاهش انحنای جانبی و بهبود ثبات ستون فقرات در افراد دارای انحرافات ۲۰ تا ۴۰ درجه بعد از هشت ماه موثر بوده است.^[۱۹-۲۰] این محققین تمرینات چرخشی تنه را در اصلاح ناهنجاری اسکولیوزیس توصیه می‌کنند. در تحقیق حاضر نیز از تمرین کششی-چرخشی تنه در وضعیت نشسته با هدف کشش عضلات مولتی‌فیدویوس سمت تحدب انحناء که دچار کوتاهی بودند، استفاده گردید.^[۳۱] نتایج تحقیق مک اینتایر و همکاران^۲ (۲۰۰۸) نیز نشان دادند که تمرینات چرخشی در کاهش انحراف جانبی و بهبود ثبات ستون فقرات در افراد دارای اسکولیوزیس موثر است.^[۳۴] نگرینی (۲۰۰۳) در نتایج تحقیق خود حاصل از یک دوره فشرده تمرینات توان‌بخشی یکپارچه اسکولیوزیس^۳ (SIR) در مرکز شروت و سبرن‌هیم^۴ در آلمان که از مجموعه‌ای از تمرینات کششی و خوداصلاحی استفاده کرد علاوه بر کاهش درجه اسکولیوزیس و بهبود تقارن تنه، بهبود عملکرد ریوی، کاهش درد و افزایش توانایی عملکردی را گزارش نمود.^[۳۱] نتایج تحقیقات وان و همکاران، مک اینتایر و همکاران با نتایج تحقیق حاضر مبنی بر اثربخشی تمرینات کششی-تقویتی-خوداصلاحی به صورت برنامه‌های اصلاحی ترکیبی همسو بوده و نشان می‌دهد که این مدل‌های تمرینی قابلیت اصلاح راستای ستون فقرات در افراد مبتلا به اسکولیوزیس را دارد.^[۳۲، ۳۴]

نتیجه‌گیری

در نهایت می‌توان بیان داشت که با توجه به علل بروز ناهنجاری‌های غیرساختاری که عموماً ناشی از عدم تعادل عضلانی (ضعف و مهار، کوتاهی و سفتی عضلات)، عادات وضعیتی غلط و انحرافات ناشی از عکس‌العمل زنجیره حرکتی (برهم خوردن الگوهای وضعیتی و حرکتی طبیعی) است، در برنامه تمرینات اصلاحی ترکیبی از تکنیک‌های کششی و تقویتی با هدف ایجاد تعادل عضلانی به همراه تمرینات خوداصلاحی با تاکید بر اصلاح وضعیت‌های عادت‌ی غلط در قالب تمرینات ترکیب شده با فعالیت‌های زندگی روزانه، تمرینات سه‌بعدی با توجه به ماهیت ناهنجاری اسکولیوزیس (خم شدن جانبی ستون فقرات همراه با چرخش به سمت مقابل) و تمرینات کششی-چرخشی استفاده گردید که نتایج نشان داد این مدل تمرینی (تمرینات ترکیبی) دارای اثربخشی بیش‌تری از مدل‌های تمرینات متداول و خوداصلاحی بود. اثربخشی بیش‌تر تمرینات ترکیبی را می‌توان با توجه به نظریه جاندا مبنی بر اهمیت بازیابی تعادل عضلانی در انحرافات غیرساختاری همراه با آموزش و اصلاح عادات وضعیتی توجیه نمود و فتوگرامتری را نیز به عنوان یک روش بی‌خطر و در دسترس برای ارزیابی راستای ستون فقرات در اسکولیوزی‌های پاسچرال مورد استفاده قرار داد.^[۳۴، ۳۵]

تقدیر و تشکر

در انتها از تمامی شرکت‌کنندگان تحقیق حاضر و همکاران اداره تندرستی دانشگاه تربیت مدرس تهران که در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌نماییم. لازم به ذکر است که تحقیق حاضر از بخشی از رساله دکتری مهدی قیطاسی با عنوان "مقایسه تاثیر هشت هفته تمرینات متداول، خوداصلاحی و ترکیبی بر ناهنجاری اسکولیوزیس غیرساختاری" می‌باشد.

1 Oliveiras & Souza (2004)

2 McIntire et al. (2008)

3 Scoliosis Integrated Rehabilitation (SIR)

4 Schroth & Sobernheim

1. Gheitasi M, Lordgoee M, Pasandideh M, Samavi M, Alafan N. Effect of Eight -Weeks Pilates Exercises on Scoliosis Deformity and Improve Balance in Female Students. *Jsport pec.* 2017; 13(26): 61-73.
2. Goldberg CJ, Dowling FE, Hall JE. A Statistical Comparion Between Natural History of Idiopathic Scoliosis. *J Spine.* 2003; 18: 902-17.
3. Lowe TG, Edgar M, Margulies JY, Miller NH, Raso VJ, Reinker KA. Etiology of Idiopathic Scoliosis: Current Trends In Research. *J Bone Joint Surg Am.* 2000; 82(8): 1157-68.
4. Gheitasi M, Alizadeh M. H, Rajabi R, Ebrahimi E, Haghverdian S. Effect of Eight-Week Routine Corrective Exercises (Stretching-Strengthening Exercises) on Lateral Curve of Spine in Non-structural Scoliotic Subjects. *Jsport pec.* 2014; 10 (20): 93-106.
5. Erivania M, Bezerra E, Bragade D, Cader S, Shiguemi A, and Martin H. The Effectiveness of The Pilates Method: Reducing The Degree of Non-Structural Scoliosis, And Improving Flexibility And Pain In Female College Students. *J of Bodywork & Movement Therapies.* 2012; 16(7): 191-198.
6. 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. *J Physiotherapy Theory and Practice.* 2011; 27(1): 80-114.
7. Negrini S, Fusco C, Minozzi S, Atanasio S, Zaina F, Romano M. Exercises Reduce the Progression Rate of Adolescent Idiopathic Scoliosis: Results of A Comprehensive Systematic Reviewof the Literature. *J Disability and Rehabilitation.* 2008a; 30(3): 772–785.
8. Otman S, Kose N, Yakut Y. The Efficacy of Schroth's 3-dimensional Exercise Therapy in the Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis in Turkey. *J Saudi medica.l* 2005. 26 (9): 1429–35.
9. Weiss HR, and Seibel S. Autocorrection – how to measure the skills acquired during physical therapy sessions From 8th International Conference on Conservative Management of Spinal Deformities, SOSORT Annual Meeting Barcelona. *J Spain.* 2011; 19-21.
10. Weiss HR. The method of Katharina Schroth history, principles and current development. *J Scoliosis.* 2011; 6: 17.
11. Weiss HR, Seibel S. Scoliosis Short-term Rehabilitation (SSTR) PilotInvestigation. *The Internet Journal of Rehabilitation.* 2010; 1: 1-14.
12. Aroeira R, Cota M, Leal J, de Melo P, Eustáquio A. New Method of Scoliosis Assessment: Preliminary Results Using Computerized Photogrammetry. *J Spine.* 2011; 36(19): 1584–1591.
13. Patias P., Theodoros B., Grivas A., Aggouris C., and Drakoutos A., A Review of the Trunk Surface Metrics Used as Scoliosis and Other Deformities Evaluation Indices. *J Scoliosis,* 2010; 5(12):.1-20.
14. Gheitasi M, Alizadeh M. H, Rajabi R, Ebrahimi E. Effect of Eight-Week Self-Corrective Exercises on Improve on Non-structural Scoliotic Subjects with the Use of Photogrammetry, 8th International Congress on Physical Education and Sport Science. Tehran, Iran. 2017.
15. Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ. *Methods of Research in Physical Education.* 2010; 36-45.
16. Magee D J. *Orthopedic Physical Assessment, (Musculoskeletal Rehabilitation).* 6thed, Saunders. 2013; 346-65.
17. ACSM's, *Guidelines for Exercise Testing and Prescription,* Author(s): American College of Sports Medicine. Lippincott Williams&Wilkins. 2010; 152-180.
18. Saad KR, Colombo AS, Amado João SM. Reliability and Validity of the Photogrammetry for Scoliosis Evaluation: a Cross-Sectional Prospective Study. *J Manipulative and Physiological Therapeutics.* 2009; 32(6): 423–430.
19. 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 Consensus paper. J Scoliosis.* 2006; 1: 4.
20. Negrini S, Aulisa L, Ferraro C, Fraschini P, Masiero S, Simonazzi P, Tedeschi C. A Italian Guidelines on Rehabilitation Treatment of Adolescents with Scoliosis or other Spinal Deformities. *J Europa Medicophysica.* 2005; 41: 183–201.
21. Negrini S, Antonini G, Carabalona R, Minozzi S. PhysicalExercises as A Treatment for Adolescent Idiopathic Scoliosis. A Systematic Review. *J Pediatric Rehabilitation.* 2003; 6: 227–235.
22. Negrini A, Verzini N, Parzini S, Negrini A, and Negrini S. Role of Physical Exercise in The Treatment of Mild Idiopathic Adolescent Scoliosis. *J Europa Medicophysica.* 2001; 37: 181–190.
23. Dobosiewicz K, Durmala J, Czernicki K, and Jendrzejek H. Pathomechanics Basics of Conservative Treatment of Progressive Idiopathic Scoliosis According to Dobosiewicz Method Based Upon Radiologic Evaluation. *J Studies In Health Technology Informatics.* 2002; 91: 336–341.

24. Dobosiewicz K, Durmala J, Czernicki K, Piotrowski J. Radiological Results of Dobosiewicz Method of Three-dimensional Treatment of Progressive Idiopathic Scoliosis. *J Studies in Health Technology Informatics*. 2006; 123: 267–272.
25. Dobosiewicz K, Durmala J, Jendrzejek H, and Czernicki K. Influence of Method of Asymmetric Trunk Mobilization on Shaping of A Physiological Thoracic Kyphosis in Children and Youth Suffering From Progressive Idiopathic Scoliosis. *J Studies in Health Technology Informatics*. 2002; 91: 348–351.
26. Otman S, Kose N, Yakut Y. The Efficacy of Schroth's 3-dimensional Exercise Therapy in the Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis in Turkey. *J Saudi medical*. 2005; 26 (9): 1429–35.
27. Bayar B, Uygur F, Bayar K, Bek N. The Short -term Effects of an Exercise Programme as an Adjunct To an Orthosis in Neuromuscular Scoliosis. *J Prosthetics and Orthotics International*. 2004; 28(3): 273-7.
28. Timothy Hresk M. Idiopathic Scoliosis in Adolescents. *The New England Journal of Medicine*. 2013; 368(9): 834-41.
29. Ghazaleh L, Farahpour N. The effect of therapeutic exercise on postural control and spinal column deviation in patients with Idiopathic Scoliosis in Adolescents. *J Sport Science*. 2004; 1(3): 54-64.
30. Meier MP, Klein MP, Krebs D, Grob D, Muntener M. Fiber Transformations in Multifidus Muscle of Young Patients with Idiopathic Scoliosis. *J Spine*. 1997; 22(20): 2357-64.
31. Blum CL. Chiropractic and Pilates Therapy for the Treatment of Adult Scoliosis. *J Manipulative Physiological Therapeutics*. 2002; 25(4), E3.
32. Wan L, Wang G, Bian R. Exercise Therapy in Treatment of Essential S-shaped Scoliosis: Evaluation of Cobb Angle in Breast and Lumbar Segment Through A Follow-up of Half A Year. *Chinese Journal of Clinical Rehabilitation*. 2005; 9: 82–84.
33. Oliveiras A, Souza D. Physiotherapy Treatment for Scoliosis Through the Techniques of Iso-stretching and Osteopathic Manipulation. *Terapia Manual*. 2004; 2 (3): 104-113.
34. McIntire KL, Asher MA, Burton DC, and Liu W. Treatment of adolescent idiopathic scoliosis with quantified trunk rotational strength training: a pilot study. *J Spinal Disord Tech*. 2008; 2: 349-58.
35. Furlanetto T, Sedrez J, Candotti C, Loss J. Photogrammetry as a tool for the postural evaluation of the spine: A systematic review. *World J Orthop*. 2016; 7(2): 136-148.
36. Weiss HR, Moramarco M, Borysov M, Ng SY, Lee SG, Nan X, Moramarco KN. Postural Rehabilitation for Adolescent Idiopathic Scoliosis during Growth. *Asian Spine J*. 2016;10(3):570-581.