



# The effect of 12 weeks of corrective exercises on respiratory indices in adolescent girls with idiopathic scoliosis: A Clinical trial study

Shahrzad, Parisa<sup>1</sup>; Gheitasi, Mehdi<sup>2\*</sup>; Hovanloo, Fariborz<sup>2</sup>

1. Ph.D .student in sports injuries, Faculty of Sport Science & Health ,Kish International Campus of Tehran University, Tehran, Iran.

2. Associate Professor, Department of Health & Sport Rehabilitation, Faculty of Sport Science & Health , University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran.

Received: January 2024; Accepted: December 2024

## Keywords

Corrective

exercise,

Respiratory

indicators,

Idiopathic

scoliosis,

Adolescent

girls.

## Abstract

**Background and Aim:** Scoliosis has a negative effect on the musculoskeletal and respiratory systems .Therefore ,the present study aimed to investigate the impact of 12 weeks of corrective exercises on respiratory indices in girls with idiopathic scoliosis.

**Methods:** In this experimental study, 20 adolescent girls in the age range of 11-17 years were selected purposefully based on the criteria for entering the research and were randomly divided into two experimental groups (10 people) and a control group (10 people). In the pre-test, respiratory parameters were measured using a gas analyzer. Then, the experimental group performed the corrective exercise protocol for 12 weeks, and the control group did not perform any specific exercises for 12 weeks. After 12 weeks, a post-test similar to the pre-test was performed, and data were collected. Finally, the subjects' data were analyzed using SPSS 22 software and Shapiro-Wilk statistical tests, one-way covariance, and paired t-test.

**Results:** The results of the paired t-test showed that in the experimental group, both Forced Vital Capacity FVC and Forced Expiratory Volume in FEV1 indicators increased significantly in the post-test compared to the pre-test. While there was no significant difference in the control group. Also, the results showed that in the post-test, there was a significant difference in both FVC and FEV1 indices between the experimental and control groups ( $p \leq 0.05$ ).

**Conclusion:** According to the results, it seems that a combination of different exercise approaches can improve respiratory indices in adolescent girls with idiopathic scoliosis.

\* Corresponding Author: Tel: 09123547613

✉ Email: mehdi.gheitasi@gmail.com

Orcid Code:0000-0002-1582-0859

## Extended Abstract

### Introduction

The increase in children and adolescents with scoliosis in recent years creates the necessity and urgency of developing rehabilitation programs to prevent and correct this condition in educational centers, especially educational centers for children and adolescents. The implementation of such actions and measures is important due to the decrease in the level of motor activity and physical conditions. Therefore, this study aimed to investigate the effect of 12 weeks of corrective exercises on respiratory indices in girls with idiopathic scoliosis.

### Method

In this semi-experimental study, 20 adolescent girls in the age range of 11-17 years were selected purposefully based on the criteria for entering the research and were randomly divided into two experimental groups (10 people) and a control group (10 people). In the pre-test, respiratory parameters were measured using a gas analyzer. Then, the experimental group performed the corrective exercise protocol for 12 weeks, and the control group did not perform any specific exercises for 12 weeks. After 12 weeks, a post-test similar to the pre-test was performed, and data were collected. Finally, the subjects' data were analyzed using SPSS 22 software and Shapiro-Wilk statistical tests, one-way covariance, and paired t-test.

### Results

The results of the paired t-test showed that in the experimental group, both FVC and FEV1 indicators increased significantly in the post-test compared to the pre-test. While there was no significant difference in the control group. Also, the results showed that in the post-test, there was a significant difference in both FVC and FEV1 indices between the experimental and control groups ( $p \leq 0.05$ ) (Table 1).

### Discussion

The research results showed that twelve weeks of corrective exercises affected FVC and FEV1 variables in adolescent girls with idiopathic

scoliosis. The results of the analysis of covariance showed that there was a significant difference between the exercise group and the control group for FVC and FEV1 variables in the post-test. Also, the results of the paired t-test showed that the FVC and FEV1 variables in the exercise group increased significantly in the post-test compared to the pre-test. The results of the control group do not show a significant change in the post-test compared to the pre-test. Therefore, according to the existence of a significant difference in FVC and FEV1 variables in the post-test between the exercise and control groups, as well as the existence of a significant difference in the exercise group between the pre-test and the post-test, it is concluded that 12 weeks Corrective exercises have an effect on FVC and FEV1 variables of adolescent girls with idiopathic scoliosis.

One of the possible reasons for the increase in pulmonary capacity and the improvement of pulmonary function indicators in teenage girls with scoliosis can be attributed to the design and implementation of a targeted program of corrective exercises in breathing exercises. The proposed correction program has had a positive effect on the respiratory system of children with scoliosis. Also, in structural abnormalities such as scoliosis and kyphosis, the respiratory organs experience double pressure, and this factor affects the movements of the diaphragm muscle, which can affect the ventilation volume and vital capacity of people. Disruption of the natural structure of the vertebral column and chest causes a decrease in gas exchange in the blood circulation and breathing system, which causes less carbon dioxide to be expelled and less oxygen to be absorbed. Therefore, corrective and sports exercises, probably with their effect on the spine and the position of the chest, remove the pressure on the respiratory organs, including the diaphragm, and improve the condition of the ventilatory volume and respiratory capacity, and ultimately, better gas exchange between the blood and the respiratory system.

**Table 1.** Within-group and between-group differences

| Variables | Groups   | Mean $\pm$ SD   |                 | Within-group differences |        | Between-group differences |        |
|-----------|----------|-----------------|-----------------|--------------------------|--------|---------------------------|--------|
|           |          | Pre-test        | Post-test       | T                        | P      | F                         | P      |
| FVC(L/S)  | Training | 2.8 $\pm$ 0/65  | 3/37 $\pm$ 0/58 | 4                        | 0/003* | 19/29                     | 0/001* |
|           | Control  | 2/3 $\pm$ 0/51  | 2/29 $\pm$ 0/50 | 0/95                     | 0/366  |                           |        |
| FEV1(L/S) | Training | 1/5 $\pm$ 0/32  | 2/26 $\pm$ 0/59 | 4/01                     | 0/003* | 13/36                     | 0/002* |
|           | Control  | 1/59 $\pm$ 0/35 | 1/59 $\pm$ 0/34 | 0/94                     | 0/373  |                           |        |

\*= significance of paired t-test, \*= significance of covariance test

### **Clinical application**

Using a structured corrective exercise program can be an effective non-invasive approach to improving respiratory function in adolescent girls with idiopathic scoliosis. Given the observed impact of the exercises on respiratory indices, this protocol may be incorporated into rehabilitation programs to enhance pulmonary efficiency and overall posture in affected individuals. Future research should explore the long-term benefits and applicability of such interventions across different age groups and scoliosis severity levels.

### **Compliance with ethical guidelines**

This study was conducted following the ethical principles outlined in the Declaration of Helsinki and was approved by the Research Ethics Committee of Shahid Beheshti University under the ethics code IR.SBU.REC.1400.067. Written informed consent was obtained from all participants and their legal guardians before enrollment in the study.

### **Funding**

No financial support was received from any governmental, private, or commercial institutions for conducting this research. The study was entirely funded by Shahid Beheshti

University as part of a master's thesis project.

### **Author's Contribution**

In the current research, Parisa Shahrzad was responsible for study design, data collection, and manuscript drafting, while Dr. Mehdi Gheytsi supervised the research process, contributed to data analysis, and critically reviewed and edited the final manuscript. Both authors read and approved the final version of the article.

### **Conflict of interest**

The authors of the present study declare that they have no conflicts of interest regarding the publication of this research. There are no financial, personal, or professional relationships that could influence the findings or interpretations of this study.

### **Acknowledgments**

We express our gratitude to all the participants who dedicated their time and effort to this research. We also extend our appreciation to the staff and faculty members of Shahid Beheshti University for their valuable support and guidance throughout the study. This article is derived from the master's thesis of Parisa Shahrzad under the supervision of Dr. Mehdi Gheytsi at Shahid Beheshti University, Tehran.



# اثر ۱۲ هفته تمرینات اصلاحی ترکیبی بر شاخص‌های تنفسی در دختران نوجوان مبتلا به اسکولیوزیس ایدیوپاتیک (یک مطالعه کارآزمایی بالینی)

پریسا شهرزاد<sup>۱</sup>، مهدی قیطاسی<sup>۲\*</sup>، فربرز هوانلو<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکتری، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی پردیس کیش، دانشگاه تهران، تهران، ایران.  
۲- دانشیار گروه تندرستی و بازتوانی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

مقاله پژوهشی

دریافت: بهمن ۱۴۰۲؛ پذیرش: آذر ۱۴۰۳

## چکیده

**زمینه و هدف:** اسکولیوزیس علاوه بر سیستم اسکلتی بدن بر دیگر دستگاه‌های بدن از جمله سیستم عضلانی و تنفسی هم اثر منفی دارد. لذا، هدف مطالعه حاضر بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرینات اصلاحی بر شاخص‌های تنفسی در دختران مبتلا به اسکولیوزیس ایدیوپاتیک بود. **روش بررسی:** در این مطالعه نیمه تجربی ۲۰ دختر نوجوان در دامنه سنی ۱۷ - ۱۱ سال به صورت هدفمند و بر اساس معیارهای ورود به تحقیق انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. در پیش‌آزمون با استفاده از دستگاه گازآنالایزر پارامترهای تنفسی اندازه‌گیری شد. سپس، گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته پروتکل تمرینات اصلاحی را اجرا کرد و گروه کنترل طی مدت ۱۲ هفته تمرینات خاصی را اجرا نکردند. بعد از ۱۲ هفته پس از آزمون مشابه با پیش‌آزمون اجرا شد و داده‌ها جمع آوری شد. در نهایت داده‌های آزمودنی‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۲۲ و آزمون‌های آماری شاپیروویلک، کوواریانس یک راهه و آزمون تی زوجی تجزیه و تحلیل شد.

**نتایج:** نتایج آزمون تی زوجی نشان داد که در گروه تجربی شاخص‌های ظرفیت حیاتی اجباری (FVC) و حجم بازدمی اجباری در ثانیه اولیه (FEV) در پس آزمون افزایش معناداری نسبت به پیش آزمون داشت. در حالی که در گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد. همچنین، نتایج نشان داد در پس‌آزمون در شاخص‌های FVC و FEV1 بین گروه‌های تجربی و کنترل تفاوت معناداری وجود دارد ( $p \leq 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد پروتکل تمرینات اصلاحی می‌تواند موجب بهبود شاخص‌های تنفسی در دختران نوجوان مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک شود.

## واژگان کلیدی

تمرین اصلاحی،

شاخص‌های تنفسی،

اسکولیوز ایدیوپاتیک،

دختران نوجوان،

## مقدمه

عادات‌های وضعیتی نامناسب در زندگی روزمره و فقر حرکتی که حاصل شیوه زندگی در جوامع امروزی می‌باشد، درگذر زمان دلیلی برای ایجاد ایمبالانس‌های اسکلتی-عضلانی بوده که موجب تغییر در پاسچر بدن افراد و ایجاد ناهنجاری می‌شود. بخش عمده‌ای از این ناهنجاری‌ها به ناحیه ستون فقرات مربوط می‌شود به گونه‌ای که میزان شیوع ناهنجاری‌های وضعیتی ستون فقرات در دانش-آموزان بیشتر از ۸۰ درصد گزارش شده است (۱). یکی از این ناهنجاری‌ها، عارضه اسکولیوزیس می‌باشد (۲). بر اساس گزارش مطالعات پیشین، شیوع ناهنجاری‌های ستون فقرات در میان دانش‌آموزان دختر نسبت به پسران هم سن بیشتر می‌باشد (۳). این ناهنجاری یک تغییر شکل سه بعدی می‌باشد که چرخش مهره‌ای و ایجاد انحنا یا انحنای جانبی در ستون فقرات را به همراه دارد و می‌تواند عدم تقارن در صفحه فرونتال را موجب شود (۴ و ۵). اسکولیوز شکل طبیعی ستون فقرات را تغییر داده و موجب پیدایش واکنش‌های جبرانی به صورت زنجیره‌وار در نواحی دیگر دستگاه اسکلتی عضلانی می‌شود (۵).

اسکولیوز ایدیوپاتیک حدود ۸۰ درصد از کل موارد اسکولیوز را به خود اختصاص می‌دهد، واژه اسکولیوز ایدیوپاتیک اولین بار توسط کلینبرگ بیان شده است و اشاره به بروز اسکولیوز با علت ناشناخته دارد که حدود ۸۰٪ از کل موارد اسکولیوز را به خود اختصاص می‌دهد (۶). شایع‌ترین ناحیه آناتومیک درگیر در این نوع ناهنجاری در نوجوانان ناحیه سینه‌ای-کمری می‌باشد که مهمترین علت عدم تقارن تنه محسوب می‌شود و عوارض جسمانی، فیزیولوژیکی و روانی را در پی خواهد داشت (۷). از جمله این عوامل می‌توان به بدشکلی ستون فقرات، کاهش عملکرد و تحرک در ستون مهره‌ای، کاهش ظرفیت‌های فیزیولوژیکی از جمله ظرفیت‌های قلبی-ریوی، اختلالات روانی مثل نارضایتی از شکل ظاهر، اضطراب و استرس، عدم رضایت از خود، عدم اعتماد به نفس، غیرقرینگی در تنه، بدشکلی‌های ناحیه تنه و ایمبالانس عضلانی اشاره کرد. ممکن است در صورت عدم اصلاح و درمان، ناهنجاری پیشرفت کرده و مشکلات جدی‌تری را برای فرد به وجود بیاورد (۸ و ۹).

این عارضه نه تنها روی ساختار و سیستم

استخوان‌بندی فرد تاثیر منفی دارد و عملکرد آن را دچار مشکل می‌کند بلکه باعث ایجاد نقص در دیگر سیستم‌های بدن از جمله سیستم عضلانی به خصوص عضلات شکمی و سینه‌ای، سیستم قلبی-تنفسی و عصبی و تغییر در عملکرد آنها می‌گردد (۱۰). ناهنجاری اسکولیوز به صورت خم شدن جانبی و چرخش مهره‌های درگیر و دنده‌های متصل به آنها حول محور عمودی باعث سفتی قفسه سینه، کاهش حرکات دیافراگم، توزیع نامناسب هوای دمی به سمت قسمت تقعر و کاهش عملکرد ریوی می‌شود (۱۱ و ۱۲). شدت انحنا در این ناهنجاری به صورت کلی به سه دسته انحنای شدید (بیشتر از ۵۰ درجه)، انحنای خفیف (۱۰ تا ۲۵ درجه) و متوسط (۲۵ درجه تا ۴۵ درجه) تقسیم بندی می‌شود، اختلالات تنفسی عمدتاً در افراد با درجه ناهنجاری متوسط تا شدید دیده می‌شود (۱۰ و ۱۱). گزارش مطالعات پیشین حاکی از آن است که استفاده از فعالیت‌های ورزشی با شدت و تکرار مناسب باعث تحرک‌پذیری عضلات ستون فقرات و همچنین افزایش متابولیسم و اکسیژن در عضلات کوچک می‌گردد که این خود شرایط فیزیولوژیکی مناسبی را برای اصلاح و تثبیت فرایندهای درمانی در این افراد فراهم می‌آورد (۱۲).

استفاده از استراتژی‌های تمرینی برای اصلاح ناهنجاری اسکولیوز سابقه طولانی دارد. این روش‌ها عموماً بر پایداری تنه و توسعه تقارن تنه بوسیله کشش عضلات کوتاه شده و تقویت عضلات ناحیه تنه تاکید داشتند. اگرچه این روش‌های تمرینی با محدودیت‌هایی در زمینه اصلاح ناهنجاری‌های متوسط و شدید همراه بودند اما استراتژی‌های موثری برای اصلاح ناهنجاری‌های خفیف به همراه دیگر روش‌های درمانی از جمله ارتز و ترکشن بودند. با این حال در گذشته صرفاً به استفاده از این روش‌ها برای اصلاح ناهنجاری توجه می‌شد و بر تاثیر این روش‌ها بر عملکرد قلبی-ریوی افراد توجه کمتری شده است (۱۳ و ۱۴).

افزایش کودکان و نوجوانان مبتلا به اسکولیوز در سال‌های اخیر، ضرورت و فوریت توسعه برنامه‌های توان‌بخشی جهت پیشگیری و اصلاح این عارضه و عوارض ناشی از آن را بارزتر می‌کند. اجرای چنین اقدامات و تدابیری با توجه به پایین آمدن سطح فعالیت حرکتی، شرایط فیزیکی و جسمانی حائز اهمیت است. علاوه بر این

برنامه تمرینات اصلاحی نیز یکی از ارکان مهم بهبود پاسچر در افراد مبتلا به این ناهنجاری می باشد، اگرچه روش‌های مورد استفاده متفاوت است، اما همه روش‌ها به اصولی مشابه پایبند هستند که شامل: (۱) خود اصلاحی سه بعدی (۲) فعالیت‌های تمرینی زندگی روزمره و (۳) تثبیت وضعیت‌های اصلاح شده است (۱۵). پروتکل‌های تمرینی که در پژوهش‌های پیشین مورد استفاده قرار گرفته‌اند شیوه اجرایی خاصی دارند و هر کدام به نحوی بر یک سری از پارامترها اثرات مطلوب تری داشته‌اند در مطالعه حاضر تلاش شده است تا ترکیبی از پروتکل‌های تمرینات درمانی که بر اساس مطالعات مروری پیشین بیشترین اثربخشی را در بهبود شاخص‌هایی از جمله زاویه کاب، تقارن تنه، شاخص‌های تنفسی و عضلات را داشته‌اند به عنوان منابع استخراج برنامه تمرینات جامع مورد استناد قرار گرفتند (۱۶).

یکی از نکات مورد توجه در طراحی تمرینات اصلاحی پژوهش حاضر، توجه همزمان بر اصلاح جانبی و چرخش مهره‌ها به اثر بخشی آنها روی انحنای فیزیولوژیک یا انحنای کایفوز و لوردوز برای بازیابی میزان درجه نرمال در این نواحی است. برای طراحی پروتکل تمرینات اصلاحی این مطالعه از ترکیبی از تمرینات شروت با تاکید بر تمرینات سه بعدی (۱۵)، تمرینات دوبومد با تاکید بر تمرینات کشش تنه و ستون فقرات (۱۵ و ۱۷)، تمرینات سبز با تاکید بر تمرینات پوزیشنینگ (۱۵ و ۱۸) تمرینات ساید شیفت با تاکید بر تمرینات اصلاح لگن و ستون فقرات و شانه‌ها و جابه جایی جانبی در صفحه فرونتال (۱۵) استفاده شد. در نهایت این مطالعه با هدف بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرینات اصلاحی منتخب بر شاخص‌های تنفسی در دختران مبتلا به اسکولیوزیس ایدیوپاتیک انجام شد.

### روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و به لحاظ موضوع یک تحقیق کاربردی آینده نگر می‌باشد. که در آن متغیرهای مورد نظر در دو گروه تجربی و کنترل با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون مورد ارزیابی قرار گرفتند. جامعه مورد بررسی در تحقیق حاضر شامل دختران نوجوان نوجوان مبتلا به اسکولیوزیس ایدیوپاتیک در دامنه سنی ۱۷-۱۱ سال بودند، که از میان آن‌ها با توجه به داده‌های G-Power تعداد ۲۰

نفر داوطلب که همگی آنها سن بلوغ را پشت سر گذاشته بودند، با همراه داشتن عکس X-Ray پس از معاینه توسط متخصص ستون فقرات به صورت هدفمند و دردسرس با رعایت معیارهای ورود به تحقیق به عنوان نمونه آماری، انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل ابتلا به اسکولیوزیس ایدیوپاتیک از نوع S شکل ناحیه سینه‌ای- کمری، تمایل به چپ جهت هامپ، شدت متوسط در انحنا (خفیف ۱۰-۲۵ درجه، متوسط ۲۵-۴۵ درجه، شدید بیشتر از ۵۰ درجه)، عدم استفاده از بریس، عدم جراحی در ناحیه کمر بند شانه‌ای، ستون فقرات، لگن و اندام تحتانی، عدم اختلال طول حقیقی در اندام تحتانی و عدم ابتلا به بیماری‌های عصبی- عضلانی بود. همچنین در صورت غیبت در یک جلسه تمرینی، عدم تمایل به ادامه مشارکت در تحقیق و انجام مداخله دیگر به صورت همزمان افراد از فرایند تحقیق خارج می‌شدند. تمامی آزمودنی‌ها و والدین آنها رضایت‌نامه شرکت داوطلبانه در تحقیق را امضا کردند. در پیش آزمون پارامترهای تنفسی با استفاده از دستگاه گازآنالایزر اندازه‌گیری شد. سپس آزمودنی‌های گروه تجربی طی ۱۲ هفته بر اساس پروتکل‌های طراحی شده که با توجه به ویژگی‌های فردی هر آزمودنی و همچنین اصول اساسی تمرین طراحی شده بود، تمرینات را تحت نظر محقق انجام دادند و آزمودنی‌های گروه کنترل در بازه زمانی تحقیق صرفاً فعالیت‌های روزمره زندگی خود را سپری کردند. پس گذشت دوازده هفته برنامه تمرینی، آزمودنی‌ها برای انجام پس آزمون مراجعه کردند که از بین آنها یک نفر از گروه کنترل به دلیل ابتلا به کرونا در این مرحله شرکت نکرد.

لازم به ذکر است که گروه کنترل بعد از اجرای مراحل تست گیری، تمرینات گروه تجربی را پشت سر گذاشتند. تحقیق حاضر توسط کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه شهید بهشتی با کد شناسه IR.SBU.REC.1400.067 و در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران با کد IRCT20210928052622N1 مورد تایید قرار گرفت.

### پروتکل تمرینات اصلاحی

با استناد به ادبیات تحقیق تمامی پروتکل‌های تمریناتی که در مطالعات قبل مورد استفاده قرار گرفته‌اند شیوه اجرایی خاصی دارند و هر کدام به نحوی بر یک سری از

### جمع‌آوری داده‌های اسپرومتری

در این تحقیق برای اندازه‌گیری پارامترهای مختلف ریوی از دستگاه گاز آنالایزر مدل B R2۳ metalyzer ساخت شرکت CORTEX استفاده شد. دستگاه در ابتدا به طور کامل توسط الکل ۷۰ درصد ضد عفونی شد. از جمله شرایط لازم برای اندازه‌گیری شاخص‌های تنفسی آزمودنی‌ها عدم صرف وعده غذایی ۳ ساعت قبل از انجام آزمون بود. همچنین باید لباس راحتی می‌پوشید و چند ساعت قبل از آزمون نباید از داروهای استنشاقی استفاده می‌کرد. برای انجام آزمون فرد به صورت صاف نشسته و ماسک را روی بینی می‌گذاشت و پس از ۳ تنفس عادی ۳ دم و بازدم عمیق و پرفشار انجام می‌داد و سعی می‌کرد بازدم را تا جایی که می‌تواند ادامه دهد. در طول انجام آزمون فرد نباید خم می‌شد و باید حالت صاف خود را حفظ می‌کرد (۲۳).

### تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات خام بدست آمده از اندازه‌گیری‌های متغیرهای تحقیق، با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و بهره‌گیری از آمار توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بدین منظور بعد از مشخص گردیدن طبیعی بودن توزیع داده‌ها بوسیله آزمون شاپیرو ویلک از آزمون آماری تحلیل کوواریانس (ANCOVA) برای مشخص کردن تفاوت‌های بین گروهی در پس آزمون با قرار دادن پیش آزمون به عنوان متغیر کنترل شده و برای بررسی تفاوت‌های درون گروهی از آزمون تی زوجی استفاده شده است.

پارامترها اثرات مطلوب‌تری داشته‌اند که در پروتکل حاضر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در پروتکل تمرینات اصلاحی حاضر ترکیبی از پروتکل‌های تمرینات درمانی که بر اساس مطالعات مروری پیشین بیشترین اثربخشی را در بهبود شاخص‌هایی از جمله زاویه کاب، تقارن تنه، شاخص‌های تنفسی و فعالیت عضلانی را داشته‌اند به عنوان منابع تدوین برنامه تمرینات اصلاحی مورد استناد قرار گرفتند (۱۹ و ۲۰).

یکی از نکات مورد توجه در طراحی تمرینات اصلاحی توجه همزمان علاوه بر اصلاح جانبی و چرخش مهره‌ها به اثر بخشی آن‌ها روی انحنای فیزیولوژیک یا انحنای کایفوز و لوردوز برای بازیابی میزان درجه نرمال در این نواحی است. برای طراحی پروتکل تمرینات اصلاحی در این مطالعه از ترکیبی از تمرینات شروت با تاکید بر تمرینات سه بعدی (۱۵)، تمرینات دوبومد با تاکید بر تمرینات کشش تنه و ستون فقرات (۱۵ و ۲۱)، تمرینات سیز با تاکید بر تمرینات خود اصلاحی (۱۵)، تمرینات فیتز با تاکید بر تمرینات پوزیشنینگ (۱۵ و ۲۲) و تمرینات سایید شیفت با تاکید بر تمرینات اصلاح لگن و ستون فقرات و شانه‌ها و جابه جایی جانبی در صفحه فرونتال (۱۵) استفاده شد. با توجه به اصول طراحی تمرینات اصلاحی و قاعده اثربخشی آنها تمرینات در ۴ فاز طراحی و اجرا شد و هر فاز ۳ هفته به طول انجامید و تمرینات با تمرکز بر فعالیت‌های تنفسی انجام شدند (جدول شماره ۱).

جدول ۱. فازهای تمرینات اصلاحی

| فاز | هفته   | اهداف تمرینات اصلاحی                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱   | ۱ تا ۳ | آموزش وضعیت بدنی مناسب و آگاهی از وضعیت بدنی غلط<br>بازآموزی وضعیت بدنی، کشش و طولیل کردن تنه و تمرینات ساده ی دوبعدی<br>نمونه تمرینات: تمرین خوداصلاحی<br>شرح تمرین: فرد رو به روی آینه نشسته و با گرفتن چوب‌ها در دستش سعی می‌کند انحراف خود را از راستای طبیعی جبران کرده و پاسچر صحیح خود را حفظ کند، با گذشت زمان می‌تواند این تمرینات را با کش، توپ و .. انجام دهد                              |
| ۲   | ۴ تا ۶ | تمرینات اصلاحی شامل کشش و تقویت در ترکیب با فعالیت‌های روزانه به همراه تمرینات سه بعدی و تمرینات جابجایی تنه و ستون فقرات<br>در قالب تمرینات سایید شیفت<br>نمونه تمرینات: تمرینات اصلاحی در ترکیب با فعالیت‌های روزانه<br>شرح تمرین: فرد سعی می‌کند در حین حرکاتی که در روز انجام می‌دهد ستون فقرات خود را به راستای طبیعی هدایت کند مثلاً راه رفتن صحیح و حرکات روزمره با حفظ راستای صحیح ستون فقرات |
| ۳   | ۷ تا ۹ | بالانس عضلانی شامل کشش عضلات کوتاه و تقویت عضلات ضعیف و تمرینات سه بعدی همچنین تمرینات عملکردی با هدف یکپارچه سازی فعالیت زنجیره ای عضلانی                                                                                                                                                                                                                                                            |

|   |          |                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |          | نمونه تمرینات: بالانس عضلانی<br>شرح تمرین: کشش عضلات کوتاه و تقویت عضلات ضعیف                                                                                                                                                                  |
| ۴ | ۱۰ تا ۱۲ | تمرینات پوزیشنینگ در وضعیت های بدنی مختلف<br>نمونه تمرینات: تمرینات پوزیشنینگ<br>شرح تمرین: فرد در پوزیشن های مختلف قرار می گیرد و باید سعی کند که بالانس عضلانی را با توجه به انحنای خود رعایت کند، در این تمرین بر تنفس صحیح هم تاکید می شود |

## نتایج مطالعه

از بین تعداد ۲۰ نفر آزمودنی تحقیق، یک نفر در طول مسیر اجرای تحقیق از ادامه همکاری خود داری نمود و داده های مربوط به ۱۹ نفر آزمودنی شامل ۱۰ نفر گروه تجربی و ۹ نفر گروه کنترل مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت که مشخصات دموگرافیک آزمودنی ها در جدول شماره ۲ ارائه شد. پس از تایید نرمال بودن توزیع داده‌های

متغیرها توسط آزمون شاپیروویلک و به منظور ارزیابی اثرات بین گروهی تمرینات اصلاحی بر متغیرهای FVC و FEV1 دختران نوجوان مبتلا به اسکولیوزیس ایدیوپاتیک از آزمون آنالیز کوواریانس استفاده شد. همچنین به منظور ارزیابی اثرات درون گروهی تمرینات اصلاحی بر متغیرهای FVC و FEV1 از آزمون تی زوجی استفاده شد.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها

| متغیر          | گروه  | تعداد | میانگین و انحراف استاندارد | آماره f | معنی داری |
|----------------|-------|-------|----------------------------|---------|-----------|
| سن (سال)       | تجربی | ۱۰    | $15/5 \pm 1/84$            | ۴/۷۹۰   | ۰/۰۶۳     |
|                | کنترل | ۹     | $13/66 \pm 1/8$            |         |           |
| قد (سانتی متر) | تجربی | ۱۰    | $159/8 \pm 5/82$           | ۴/۰۸۲   | ۰/۰۵۹     |
|                | کنترل | ۹     | $154/44 \pm 5/7$           |         |           |
| وزن (کیلوگرم)  | تجربی | ۱۰    | $50/85 \pm 5/02$           | ۰/۵۲۹   | ۰/۴۷۷     |
|                | کنترل | ۹     | $49/55 \pm 1/87$           |         |           |
| BMI            | تجربی | ۱۰    | $19/89 \pm 1/34$           | ۱/۹۶۳   | ۰/۱۷۹     |
|                | کنترل | ۹     | $20/84 \pm 1/61$           |         |           |

BMI: Body Mass Index (شاخص توده بدن)

نتایج آزمون آنالیز کوواریانس نشان داد برای متغیر FVC بین گروه تجربی و کنترل در پس آزمون تفاوت معناداری وجود دارد ( $F=19/29$ ,  $P=0/001$ ,  $\mu=0/54$ ). همچنین همان طور که در جدول شماره ۳ ارائه شده است، متغیر FVC در گروه تمرینی در پس آزمون نسبت به پیش آزمون افزایش معناداری داشته است ( $T=4/00$ ,  $P=0/003$ ). در حالی که نتایج گروه کنترل تغییر معناداری را در پس آزمون نسبت به پیش آزمون نشان نمی دهد ( $P=0/366$ ,  $T=0/95$ ).

به علاوه، نتایج آزمون آنالیز کوواریانس برای متغیر

FEV1 نشان می‌دهد بین گروه تجربی و کنترل در پس آزمون تفاوت معناداری وجود دارد ( $\mu=0/45$ ,  $P=0/002$ ,  $F=13/34$ ). همچنین همان طور که در جدول شماره ۳ نشان داده شده است، متغیر FEV1 در گروه تمرینی در پس آزمون نسبت به پیش آزمون افزایش معناداری داشته است ( $T=4/01$ ,  $P=0/003$ ). در حالی که نتایج گروه کنترل تغییر معناداری را در پس آزمون نسبت به پیش آزمون نشان نمی دهد ( $P=0/373$ ,  $T=0/94$ ).



جدول ۳. نتایج آزمون کوواریانس و تی زوجی برای پارامترهای تنفسی

| متغیر                  | گروه ها | میانگین و انحراف معیار |             | تفاوت درون گروهی |        | تفاوت بین گروهی |        | Effect size |
|------------------------|---------|------------------------|-------------|------------------|--------|-----------------|--------|-------------|
|                        |         | پیش آزمون              | پس آزمون    | T                | Sig    | F               | Sig    |             |
| FVC (L/S)              | تجربی   | ۲/۸۰ ± ۰/۶۵            | ۳/۳۷ ± ۰/۵۸ | ۴/۰۰             | ۰/۰۰۳* | ۱۹/۲۹           | ۰/۰۰۱* | ۰/۵۴        |
|                        | کنترل   | ۲/۳۰ ± ۰/۵۱            | ۲/۲۹ ± ۰/۵۰ | ۰/۹۵             | ۰/۳۶۶  |                 |        |             |
| FEV <sub>1</sub> (L/S) | تجربی   | ۱/۵۰ ± ۰/۳۲            | ۲/۲۶ ± ۰/۵۹ | ۴/۰۱             | ۰/۰۰۳* | ۱۳/۳۴           | ۰/۰۰۲* | ۰/۴۵        |
|                        | کنترل   | ۱/۵۹ ± ۰/۳۵            | ۱/۵۹ ± ۰/۳۴ | ۰/۹۴             | ۰/۳۷۳  |                 |        |             |

\* = معناداری آزمون تی زوجی، \* = معناداری آزمون کوواریانس

FVC: Forced Vertical Capacity

FEV: Forced Expiratory Volume

## بحث

هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر اثر ۱۲ هفته تمرینات اصلاحی ترکیبی بر شاخص‌های تنفسی در دختران نوجوان مبتلا به اسکولیوزیس ایدیوپاتیک می‌باشد.

نتایج این تحقیق نشان داد که انجام پروتکل تمرین ۱۲ هفته تمرینات اصلاحی ترکیبی می‌تواند موجب بهبود شاخص‌های تنفسی در دختران نوجوان مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک شود. نتایج آزمون آنالیز کوواریانس نشان داد متغیرهای FVC و FEV<sub>1</sub> در گروه تمرینی به طور معناداری در پس آزمون بیشتر از گروه کنترل بود. نتایج آزمون تی-زوجی نشان داد متغیرهای FVC و FEV<sub>1</sub> در گروه تمرینی در پس آزمون نسبت به پیش آزمون افزایش معناداری داشت است. در حالی که نتایج گروه کنترل تغییر معناداری را در پس آزمون نسبت به پیش آزمون نشان نمی‌دهد.

نتایج مطالعه حاضر با نتایج کی و همکاران (۲۰۲۲)، خاویز و همکاران (۲۰۱۹)، کیسرو همکاران (۲۰۱۵)، هیلدنبراند و همکاران (۲۰۱۰)، اکبرنژاد و همکاران (۱۳۹۵) و کرد و همکاران (۱۳۹۴) همسو بود. اکبرنژاد و همکاران در سال ۱۳۹۵ در تحقیق خود تفاوت معناداری پس از اجرای برنامه تمرینی در شاخص تنفسی همچون: ظرفیت حیاتی اجباری FVC، حجم بازدمی اجباری در ثانیه اولیه FEV<sub>1</sub>، PIF<sup>1</sup> و حداکثر حجم تهویه VV<sup>2</sup> را گزارش نمودند (۲۴). همچنین، کرد و همکاران در سال ۱۳۹۴ تأثیر برنامه توانبخشی ورزشی بر ظرفیت حیاتی کودکان دارای اسکولیوز درجه یک و دو را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که بین پیش آزمون و پس آزمون گروه تجربی پس از

اجرای برنامه تمرینی تفاوت معناداری وجود دارد و همچنین در پس آزمون ظرفیت حیاتی کودکان بین گروه تجربی و کنترل تفاوت معناداری داشت (۲۴). در تحقیقی دیگر سیاری و همکاران ۲۰۰۶ به بررسی اثر دو نوع برنامه تمرینی اصلاح ساختاری و هوازی بر زاویه کایفوز و برخی از شاخص‌های اساسی عملکرد ریوی دانشجویان مبتلا به کایفوز پرداختند و نشان دادند که این برنامه‌های تمرینی باعث کاهش معناداری در زاویه کایفوز آزمودنی‌ها می‌شود و در حالی که تمرینات هوازی اثر معناداری را بر شاخص‌های عملکرد ریوی داشت، تمرینات اصلاحی ساختاری نتوانست اثر معناداری بر عملکرد شاخص‌های ریوی بگذارد که با نتایج تحقیق حاضر ناهمسو بود. از جمله دلیل نا همسو بودن نتایج این تحقیق با تحقیق حاضر احتمالاً نوع تمرینات بکار گرفته شده، نوع آزمودنی‌ها، نوع ناهنجاری مورد تحقیق و حتی ابزارهای اندازه‌گیری شاخص‌های ریوی می‌تواند باشد (۲۴).

امروزه مشخص شده است که اجرای برنامه‌های تمرینی باعث بهبود عملکرد ریوی و افزایش حجم‌ها و ظرفیت‌های ریوی می‌گردد. این برنامه‌ها در واقع با تقویت کارایی مکانیکی عضلات تنفسی، شاخص‌های ریوی را بهبود می‌بخشند (۲۵). تمرینات تنفسی به تقویت عضلات دیافراگم و عضلات دیگر مرتبط با تنفس کمک کرده و این به بهبود قابلیت تنفسی و افزایش توان تنفسی منجر می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که افراد فعال ظرفیت حیاتی بالاتری نسبت به سایر افراد دارند (۲۶). در واقع، افراد فعال به دلیل افزایش توان تنفسی خود، قادرند بیشترین حجم هوای ممکن را وارد ریه کنند. این امر باعث افزایش میزان اکسیژن در بدن می‌شود و در نتیجه، سلامت عملکرد ریوی

<sup>1</sup> idiopathic pulmonary fibrosis<sup>2</sup> Maximal voluntary ventilation

و سیستم تنفسی بهبود می‌یابد (۲۴). در واقع تمرین عضلات تنفسی در طول مدت زمان اجرای تمرین، باعث کاهش متابولیسم در عضلات تنفسی، کاهش در انباشتگی متابولیک‌ها و به تاخیر انداختن پاسخ گیرنده‌های متابولیکی می‌شود. این مکانیسم‌ها باعث کاهش در کار عضلات تنفسی و کاهش در تعداد تنفس می‌شود. کابینز و همکاران در مطالعه‌ای اظهار داشتند فشار دی‌اکسیدکربن به دلیل کاهش مقاومت عضلات دمی به وسیله دو سازوکار در بیماران افزایش می‌یابد که این دو سازوکار شامل کاهش تولید نیروی عضله دیافراگم به علت افزایش التهاب و کاهش انقباض پذیری دیافراگم غیروابسته به التهاب راه‌های هوایی در افراد است (۲۴). به علاوه، فعالیت ورزشی، باعث افزایش قدرت هواگیری و تنظیم تنفس می‌شوند (۲۷). بنابراین منطقی به نظر می‌رسد که تمرینات درمانی و توانبخشی همچون تمرینات به کاربرده شده در تحقیق حاضر با بالابردن فعالیت افراد بتوانند بر ظرفیت تنفسی افراد تاثیرگذار بوده و باعث افزایش ظرفیت حیاتی بشوند (۲۷).

بیان شده است که تمرینات کوتاه مدت تاثیر پایداری در افزایش ظرفیت‌های حیاتی تنفس ندارد، در حالی که برنامه‌های تمرینی میان مدت و طولانی‌تر و منظم می‌توانند به بهبود عملکرد ریوی و تنفسی کمک کنند. لذا در این مطالعه از دوره تمرین میان مدت استفاده شده است (۲۸). در این مطالعه دوره تمرینی میان مدت بر ظرفیت حیاتی آزمودنی‌های تحقیق اثر گذاشت و باعث شد اختلاف معناداری بین نتایج پیش و پس از دوره تمرینی به دست آید. تمرینات ورزشی و اصلاحی که در این تحقیق به کار گرفته شده است عضلات سینه و پشت را تحت تاثیر قرار داده و باعث بهبود عارضه‌های ناشی از ناهنجاری اسکولیوز می‌شود. ناهنجاری اسکولیوز باعث تغییر در شکل ستون فقرات گردیده و در نتیجه دنده‌های ستون فقرات چرخش پیدا می‌کنند. احتمالاً این عمل بر هوای دمی و بازدمی تاثیر گذاشته و در پی آن عملکرد ریوی کاهش می‌یابد. تمرینات اصلاحی، به ویژه تمرینات تنفسی، می‌توانند بهبودی در ظرفیت ریوی و شاخص‌های عملکردی ریوی ایجاد کنند.

این اثرات مثبت در مطالعات پیشین به طور خاص مورد تأیید قرار گرفته‌اند. برخی از علل احتمالی بهبود ظرفیت ریوی و شاخص‌های عملکردی ریوی از طریق تمرینات اصلاحی شامل؛ تقویت عضلات تنفسی (به طور ویژه تقویت

عضلات دیافراگم و عضلات دیگر مرتبط با تنفس)، بهبود الگوی تنفس، بهبود مکانیک ستون فقرات و افزایش استقامت عضلات می‌باشد (۲۹). به علاوه، عضله دیافراگم و عضلات بین دنده‌ای جز اجزای مهم و درگیر در دفورمیتی اسکولیوز هستند و ضعف و کوتاهی عضلات تنفسی می‌تواند موجب تولید نیروی نامنظم به ویژه در ناحیه مقعر در افراد مبتلا شود. بنابراین، به نظر می‌رسد می‌توان اظهار داشت که احتمالاً تمرینات اصلاحی از طریق اصلاح، هدایت و توزیع جریان تنفسی هوای دمی و بازدمی از ناحیه محدب به مقعر توانسته است میزان اکسیژن رسانی خون به عضلات را در دو ناحیه محدب و مقعر مهره‌ها متعادل کند و به دنبال آن حرکات و عملکرد عضلات بین دنده‌ای و دیافراگم نسبت به قبل بهبود یابد (۶ و ۱۴) همچنین در ناهنجاری‌های ساختاری همچون اسکولیوزیس و هایپیرکایفوزیس، اندام‌های تنفسی دچار فشارهای مضاعف می‌شوند و همین عامل باعث تاثیر منفی بر عملکرد عضله دیافراگم می‌گردد که می‌تواند بر میزان حجم تهویه‌ای و ظرفیت حیاتی افراد اثر گذار باشد. ناهنجاری‌های ستون فقرات با تأثیر بر عضلات دیافراگم منجر به فشارهای اضافی بر عضلات دیافراگم و ضعیف شدن و نقصان در عملکرد آن می‌شود. همچنین این ناهنجاری‌ها با محدودیت حرکت تنفسی و فشار بر ارگان‌های تنفسی می‌تواند منجر به کاهش حجم تهویه‌ای و توان تنفسی شود. برنامه‌های تمرینی با تمرکز بر تقویت عضلات تنفسی، افزایش انعطاف ستون فقرات، و بهبود حرکت تنفسی می‌تواند به کاهش این تأثیرات منفی کمک کند. انجام تمرینات تنفسی عمیق می‌تواند به عملکرد بهتر سیستم تنفسی و بهبود ظرفیت تنفسی کمک کند. به علاوه، بر هم خوردن ساختار طبیعی ستون فقرات و قفسه سینه موجب کم شدن تبادلات گازی در سیستم گردش خون و تنفس می‌شود که باعث می‌شود تا گاز کربنیک کمتری دفع و اکسیژن کمتری جذب شود. بنابراین، تمرینات اصلاحی و ورزشی احتمالاً با اثرگذاری خود بر راستای ستون فقرات و وضعیت قفسه سینه فشار را روی اندام‌های تنفسی و از جمله دیافراگم برداشته و باعث بهبود وضعیت حجم تهویه‌ای و ظرفیت تنفسی و در نهایت تبادلات گازی بهتر بین خون و سیستم تنفسی می‌گردد (۲۹ و ۳۰).

## محدودیت های مطالعه

این پژوهش با چندین محدودیت همراه بود که ممکن است بر تعمیم پذیری نتایج تأثیر گذاشته باشد. یکی از مهم ترین چالش ها، محدودیت در دسترسی به افراد مبتلا به اسکولیوزیس ایدیوپاتیک برای شرکت در دوره های تمرین درمانی و انجام حرکات اصلاحی بود. این مشکل، به ویژه در دوران پاندمی کرونا، باعث کاهش تعداد نمونه های آماری شد و در نتیجه، قدرت استنباط نتایج را تا حدی محدود کرد.

علاوه بر این، اثرگذاری تمرینات اصلاحی بر شاخص های موردنظر معمولاً نیازمند یک دوره زمانی میان مدت یا بلندمدت است. با توجه به اینکه امکان دسترسی کافی به آزمودنی ها فراهم نبود، مطالعه در یک بازه زمانی محدود انجام شد. این موضوع موجب شد که در برخی از شاخص های مورد بررسی، میزان تغییرات مشاهده شده چندان چشمگیر نباشد و اندازه اثر برخی نتایج کمتر از حد انتظار گزارش شود.

از دیگر محدودیت های این پژوهش، اجرای آن در دوران همه گیری کرونا بود. با توجه به شرایط خاص این دوران، امکان حضور آزمودنی ها برای انجام تمرینات به صورت فردی یا گروهی وجود نداشت و در نتیجه، کلیه تمرینات به صورت آنلاین ارائه شد و تحت نظارت مجازی اجرا گردید. این شیوه اجرا ممکن است بر نحوه انجام حرکات، میزان تعهد شرکت کنندگان به برنامه تمرینی و در نهایت، بر نتایج پژوهش تأثیر گذاشته باشد.

با توجه به یافته های این مطالعه و محدودیت هایی که در مسیر اجرای آن وجود داشت، پیشنهاد می شود که در پژوهش های آتی، تأثیر این پروتکل تمرینی بر سایر شاخص های مرتبط با سلامت افراد مبتلا به اسکولیوزیس ایدیوپاتیک، از جمله شاخص های قلبی-ریوی، فعالیت الکتریکی عضلات تنفسی و سایر عضلات مرتبط با ناحیه تنه و ستون فقرات، مورد بررسی قرار گیرد. چنین مطالعاتی می توانند بینش جامع تری نسبت به اثرات تمرینات اصلاحی بر سیستم اسکلتی-عضلانی و عملکرد تنفسی ارائه دهند. همچنین، به منظور درک بهتر از میزان اثربخشی این تمرینات، پیشنهاد می شود که پژوهش های آینده در گروه های سنی مختلف و روی انواع متنوعی از ناهنجاری های اسکولیوزیس، از نظر شدت و محل درگیری،

انجام شود. این موضوع می تواند به شناسایی بهتر تأثیر تمرینات اصلاحی بر گروه های مختلف کمک کند و امکان تدوین برنامه های تمرینی متناسب با شرایط متفاوت را فراهم سازد.

علاوه بر این، بررسی اثربخشی این تمرینات بر شاخص های تنفسی در افراد مبتلا به ناهنجاری کایفوز نیز می تواند افق جدیدی برای مطالعات آینده ایجاد کند. چنین پژوهش هایی می توانند به مقایسه نتایج بین دو گروه از افراد با ناهنجاری های متفاوت کمک کنند و اطلاعات دقیق تری در مورد تأثیر تمرینات اصلاحی بر بهبود عملکرد تنفسی ارائه دهند.

## نتیجه گیری

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، به نظر می رسد بکارگیری تمرینات اصلاحی باعث بهبود عملکرد شاخص های ریوی در دختران مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک شده است. بنابراین استفاده از پروتکل تمرینات اصلاحی به عنوان یک راهکار درمانی در دسترس، کم هزینه و ایمن برای بهبود عملکرد ریوی و اصلاح ناهنجاری در افراد مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک می تواند مد نظر قرار گیرد.

## کاربرد بالینی

با توجه به معناداری تمرینات اصلاحی این پژوهش بر متغیرهای تنفسی دختران مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک و همچنین با توجه به اهمیت الگوی تنفسی مناسب برای درمان ناهنجاری های ستون فقرات، این پروتکل تمرینی می تواند توسط درمانگران به عنوان یک پروتکل تمرینی اثرگذار در افراد مبتلا به اسکولیوزیس مورد استفاده قرار گیرد.

## ملاحظات اخلاقی

این مطالعه زیر نظر کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه شهید بهشتی بررسی و تصویب شده و شناسه اخلاقی IR.SBU.REC.1400.067 و در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران با کد IRCT20210928052622N1 را دریافت کرده است. تمامی شرکت کنندگان پس از آگاهی از اهداف پژوهش، فرم رضایت نامه کتبی را تکمیل کردند. همچنین، تمامی مراحل پژوهش مطابق با اصول اخلاقی مندرج در بیانیه هلسینکی انجام شد.

## حمایت مالی

در این تحقیق از منابع مالی دانشگاه شهید بهشتی استفاده شده است. هیچ‌گونه حمایت مالی از سوی نهادهای خصوصی یا تجاری در این پژوهش صورت نگرفته است.

## نقش نویسندگان

در تحقیق حاضر، پریسا شهرزاد طراحی پژوهش، جمع‌آوری داده‌ها و نگارش اولیه مقاله را بر عهده داشت. دکتر مهدی قیطاسی به‌عنوان استاد راهنما در تمام مراحل پژوهش، از طراحی تا تحلیل داده‌ها و ویرایش نهایی مقاله، نقش مؤثری ایفا کرد.

## تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد پریسا شهرزاد در دانشگاه شهید بهشتی، تحت راهنمایی دکتر مهدی قیطاسی است. نویسندگان از تمامی شرکت‌کنندگان در پژوهش و اعضای کمیته اخلاق دانشگاه که در انجام این مطالعه همکاری داشتند، صمیمانه قدردانی می‌کنند.

## تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافع در ارتباط با این پژوهش وجود ندارد.

## References

- Gheitasi M, Alizadeh MH, Rajabi R, Ebrahimi E. Comparison of the three methods of routine, self-correction, and mixed corrective exercise on lateral curvature degree in nonstructural scoliotic subjects. *Sci J Rehabil Med*. 2019;8(1):47–60.
- Clark M, Lucett S. *NASM essentials of corrective exercise training*. Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
- Ganjavian M, Saleh M, Behtash M, Tari V, Hossein S, Ameri M, et al. Milwaukee brace in adolescent idiopathic scoliosis. *Iran J Orthop Surg*. 2020;5(2):85–90.
- Aroeira RMC, Leal JS, de Melo Pertence AE. New method of scoliosis assessment: preliminary results using computerized photogrammetry. *Spine*. 2011;36(19):1584–91.
- Çolak TK, Apti A, Dereli EE, Özdiñçler AR, Çolak İ. Scoliosis screening results of primary school students (11–15 years old group) in the west side of Istanbul. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(9):2797–801.
- Mostamand J, Jokar F. Schroth method exercises for treating idiopathic adolescent scoliosis: a narrative review. *J Res Rehabil Sci*. 2019;14(6):375–81.
- Casaña J, Calatayud J, Silvestre A, Sánchez-Frutos J, Andersen LL, Jakobsen MD, et al. Knee extensor muscle strength is more important than postural balance for stair-climbing ability in elderly patients with severe knee osteoarthritis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(7):3637.
- Solberg G. Postural disorders and musculoskeletal dysfunction: diagnosis, prevention and treatment. *Elsevier Health Sciences*; 2007.
- Gheitasi M, Alizadeh M, 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. *J Appl Exerc Physiol*. 2014;10(20):93–106.
- Weinstein SL, Dolan LA, Spratt KF, Peterson KK, Spoonamore MJ, Ponseti IV. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis: a 50-year natural history study. *JAMA*. 2003;289(5):559–67.
- Giordano A, Fuso L, Galli M, Calcagni M, Aulisa L, Pagliari G, et al. Evaluation of pulmonary ventilation and diaphragmatic movement in idiopathic scoliosis using radioaerosol ventilation scintigraphy. *Nucl Med Commun*. 1997;18(2):105–11.
- Den Boer W, Anderson P, van Limbeek J, Kooijman M. Treatment of idiopathic scoliosis with side-shift therapy: an initial comparison with a brace treatment historical cohort. *Eur Spine J*. 1999;8:406–10.
- Bettany-Saltikov J, Parent E, Romano M, Villagrasa M, Negrini S. Physiotherapeutic scoliosis-specific exercises for adolescents with idiopathic scoliosis. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2014;50(1):111–21.
- Romano M, Negrini A, Parzini S, Tavernaro M, Zaina F, Donzelli S, et al. SEAS (Scientific Exercises Approach to Scoliosis): a modern and effective evidence-based approach to physiotherapeutic specific scoliosis exercises. *Scoliosis*. 2015;10(1):1–19.
- 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(1):1–52.
16. Villamor GA, Andras LM, Redding G, Chan P, Yang J, Skaggs DL. A comparison of maximal voluntary ventilation and forced vital capacity in adolescent idiopathic scoliosis patients. *Spine Deform.* 2019;7(5):729–33.
  17. Iunes DH, Cecílio MB, Dozza MA, Almeida PR. Quantitative photogrammetric analysis of the Klapp method for treating idiopathic scoliosis. *Braz J Phys Ther.* 2010;14(2):133–40.
  18. Białek M, M'hango A, Kotwicki T. Monitoring of changes in trunk rotation during scoliosis physiotherapy. *Scoliosis.* 2007;2(1):1.–
  19. Xavier VB, Avanzi O, de Carvalho BDMC, dos Santos Alves VL. Combined aerobic and resistance training improves respiratory and exercise outcomes more than aerobic training in adolescents with idiopathic scoliosis: a randomised trial. *J Physiother.* 2020;66(1):33–8.
  20. Hildenbrand K, Nordio S, Freson TS, Becker BE. Development of an aquatic exercise training protocol for the asthmatic population. *Int J Aquat Res Educ.* 2010;4(3):7.
  21. Iunes DH, Cecílio MB, Dozza MA, Almeida PR. Quantitative photogrammetric analysis of the Klapp method for treating idiopathic scoliosis. *Braz J Phys Ther.* 2010;14(2):133–40.
  22. Białek M, M'hango A, Kotwicki T. Monitoring of changes in trunk rotation during scoliosis physiotherapy. *Scoliosis.* 2007;2(1):1.–
  23. Najafi A, Ebrahim K, Ahmadizad S, Javidi M, Hackett D. Improvements in soccer-specific fitness and exercise tolerance following 8 weeks of inspiratory muscle training in adolescent males. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(12):1975–84.
  24. Keyser RE, Woolstenhulme JG, Chin LM, Nathan SD, Weir NA, Connors G, et al. Cardiorespiratory function before and after aerobic exercise training in patients with interstitial lung disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2015;35(1):47.
  25. Silva C, Torres L, Rahal A, Terra Filho J, Vianna E. Comparison of morning and afternoon exercise training for asthmatic children. *Braz J Med Biol Res.* 2006;39:71–8.
  26. Cheng Y, Macera C, Addy C, Sy F, Wieland D, Blair SN. Effects of physical activity on exercise tests and respiratory function. *Br J Sports Med.* 2003;37(6):521–8.
  27. Kolt G, Snyder-Mackler L. Physical therapies in sport and exercise. Elsevier Health Sciences; 2007.
  28. Kord M, Fatahi F, Hoseinpour E, Mongashti-Joni Y. The effect of the physical rehabilitation program on the vital capacity of children with scoliosis of degree I and II. *Feyz J Kashan Univ Med Sci.* 2015;19.
  29. Dyson-Hudson TA, Kirshblum SC. Shoulder pain in chronic spinal cord injury, part 1: epidemiology, etiology, and pathomechanics. *J Spinal Cord Med.* 2004;27(1):4–17.
  30. Lin F, Parthasarathy S, Taylor SJ, Pucci D, Hendrix RW, Makhsous M. Effect of different sitting postures on lung capacity, expiratory flow, and lumbar lordosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(4):504–9.