

Case Study



The Effect of a Symmetrical Corrective Exercise Program on the Scoliosis Deformity of A Young Male With Marfan-like Syndrome: A Case Study

Zahra Sadehdel Fadafan¹ , *Narmin Ghani Zadeh Hesar¹

1. Department of Exercise Physiology and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.



Citation Sadehdel Fadafan Z & Ghani Zadeh Hesar N. The Effect of a Symmetrical Corrective Exercise Program on the Scoliosis Deformity of A Young Male With Marfan-like Syndrome: A Case Study. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 13(6):1180-1193. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.6.3242>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.6.3242>

ABSTRACT

Background and Aims Marfan syndrome is a genetic disorder that is diagnosed based on clinical findings in cardiovascular, visual and musculoskeletal systems and positive family history. Marfan-like syndrome has musculoskeletal abnormalities similar to Marfan syndrome but with no cardiovascular and visual abnormalities. Exercise and physical activity have been recommended for these patients. This study aims to investigate the effect of a symmetrical corrective exercise program on the scoliosis deformity of a young male patient with Marfan-like syndrome.

Methods This is a case study. The case was an 18-year-old boy with Marfan-like syndrome and scoliosis from Urmia, Iran. He performed symmetrical corrective exercises for 12 weeks (24 sessions). The Cobb angle of scoliosis curves was measured in the thoracic and lumbar regions on radiographs before and three months after the exercises. Also, the Cobb angle between the vertebrae involved in scoliosis was measured with radiographs. The degree and percentage of difference was obtained by subtracting the post-test score from the pre-test score.

Results The findings showed that the post-test thoracic angle decreased by 3.8° (15.56%) compared to the pre-test thoracic angle, and the post-test lumbar angle decreased by 6.2° (9.3%) compared to the pre-test lumbar angle. The changes in the Cobb angle between the vertebrae showed that the rate of decrease changes by moving away from the turning point to the two distal sides in the spine's S-shaped curve.

Conclusion Symmetrical corrective exercises can reduce scoliosis curvature and the intervertebral angle and thus improve the spine alignment of people with Marfan-like syndrome.

Keywords Scoliosis, Cobb's angle, Marfan-like syndrome

Received: 02 Jan 2024

Accepted: 12 May 2024

Available Online: 20 Jan 2025

* Corresponding Author:

Narmin Ghani Zadeh Hesar, PhD.

Address: Department of Exercise Physiology and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.

Tel: +98 (914) 3412193

E-Mail: n_hesar@yahoo.com



Copyright © 2025 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Marfan syndrome is a genetic disorder whose diagnosis is based on clinical findings in the cardiovascular, visual, and musculoskeletal systems and positive family history. Patients with Marfan-like syndrome often have symptoms and musculoskeletal abnormalities similar to Marfan syndrome, but they do not have problems and complications in the cardiovascular and visual systems. Musculoskeletal symptoms and abnormalities of Marfan and Marfan-like syndrome include: Pectus excavatum and chest asymmetry, loss of plantar arches and flat feet, long and abnormal length of upper limbs, different degrees of dorsal kyphosis and high degrees of scoliosis in different areas of the spine. Research has shown that 40% of people with Marfan syndrome have kyphosis >50 degrees, and about 52-63% of them have scoliosis. In general, corrective and therapeutic exercises have been useful in reducing the complications of deformity and preventing the progression of scoliosis severity. Exercise and physical activity have also been recommended for patients with Marfan syndrome.

There are limited articles on the effectiveness of corrective exercises in treating scoliosis. To our knowledge, there is no study about using corrective exercises in people with Marfan and Marfan-like syndrome in Iran. Most of the studies related to these patients have investigated the results of exercise and physical activity in general and with emphasis on cardiorespiratory problems, and the correction of their skeletal and muscular abnormalities has been less investigated. Therefore, this research aims to investigate the effect of a symmetrical corrective exercise program on the scoliosis deformity of a Marfan-like patient.

Materials and Methods

This is a case study with a pre-test/post-test design. The case was an 18-year-old boy with Marfan-like syndrome and scoliosis from Urmia, Iran. He performed a 12-week (24 sessions) symmetric corrective exercises. The exercise protocol included symmetrical stretching exercises in the frontal and sagittal plane, symmetrical mobility exercises in the transverse plane, and bilateral strengthening-rotational exercises in the transverse plane. The stretching exercises started with the minimum stretching duration (10 s) and increased until the final sessions. Strengthening and mobility exercises also started with one set of 5-7 repetitions and increased up to three sets of 8-10 repetitions. It should be noted that during the 12 weeks of corrective exercises, the subject did not participate in any sports activities. Before and three months after the exercises, the overall Cobb angle of the scoliosis was measured in thoracic and lumbar areas using the radiography method. The Cobb angle between vertebrae involved in scoliosis was also measured using radiographs. The post-test Cobb angles were subtracted from the pre-test Cobb angles to measure the changes and converted to percentages for the uniformity of the data and the ease of interpretation.

Results

The findings showed that the post-test thoracic angle decreased by 3.8° (15.56%) compared to the pre-test thoracic angle, and the post-test lumbar angle decreased by 6.2° (9.3%) compared to the pre-test lumbar angle (Table 1).

Conclusion

Symmetrical corrective exercises can significantly reduce the scoliosis angle of people with Marfan-like syndrome and improve their spin alignment. If the corrective exercises are designed and prescribed in the correct way using scientific methods, they can be effective in correcting the scoliosis of people with Marfan-like syndrome.

Table 1. Changes in the Cobb angles

Variables	Angle (°)		Difference (°)	Reduction (%)	
	Pre-test	Post-test			
Cobb angle	Thoracic curve	42.1	38.3	3.8	15.56
	Lumbar curve	39.6	33.4	6.2	9.3

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were considered in this study. Informed consent was obtained from the participant, and his information was kept confidential.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors contributed equally to the conception and design of the study, data collection and analysis, interpretation of the results, and drafting of the manuscript. Each author approved the final version of the manuscript for submission.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.



مطالعه موردی

تأثیر یک برنامه تمرین اصلاحی متقارن بر ناهنجاری اسکولیوز در فرد مبتلا به سندرم شبه‌مارفان (مطالعه موردی)

زهره ساده‌دل فدافان^۱، نرمن غنی‌زاده حصار^۱

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Sadehdel Fadafan Z & Ghani Zadeh Hesar N. The Effect of a Symmetrical Corrective Exercise Program on the Scoliosis Deformity of A Young Male With Marfan-like Syndrome: A Case Study. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 13(6):1180-1193. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.6.3242>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.6.3242>

چکیده

مقدمه و اهداف سندرم مارفان یک اختلال ارثی است که تشخیص آن بر مبنای یافته‌های کلینیکی در سیستم‌های قلبی-عروقی، بینایی، اسکلتی-عضلانی و تاریخچه فامیلی مثبت است. بیماران شبه‌مارفان اغلب، علائم و ناهنجاری‌های اسکلتی-عضلانی مربوط به سندرم مارفان را دارند، اما مشکلات و عوارض سیستم‌های قلبی-عروقی و بینایی را ندارند. برای این بیماران انجام ورزش و فعالیت بدنی توصیه شده است. بنابراین هدف این پژوهش بررسی تأثیر یک برنامه تمرین اصلاحی متقارن بر ناهنجاری اسکولیوز یک بیمار شبه‌مارفان بود.

مواد و روش‌ها این تحقیق از نوع مطالعه موردی بود که طی آن، ۱ نفر آزمودنی مبتلا به سندرم شبه‌مارفان به مدت ۱۲ هفته (۲۴ جلسه) تمرینات اصلاحی متقارن را انجام داد. قبل و بعد از تمرینات زاویه کلی قوس‌های اسکولیوز به شیوه کوب در نواحی توراکس و لومبار روی عکس رادیوگرافی اندازه‌گیری شد. همچنین زاویه کوب بین مهره‌های درگیر در قوس‌های اسکولیوز با استفاده از عکس رادیوگرافی و به صورت سگمنت به سگمنت اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها آمار توصیفی شامل اختلاف پیش‌آزمون و پس‌آزمون برحسب درجه و درصد استفاده شد.

یافته‌ها یافته‌ها نشان داد اندازه زاویه کوب توراکس در مقایسه پیش‌آزمون با پس‌آزمون به مقدار ۳/۸ درجه (۱۵/۵۶ درصد) و همچنین مقدار پس‌آزمون زاویه کوب لومبار نسبت به پیش‌آزمون ۶/۲ درجه (۹/۳ درصد) کاهش یافته‌اند. همچنین تغییرات زاویه کوب بین مهره‌ها نشان داد، هرچه از نقطه عطف به ۲ طرف دیستال انحنا S شکل دور می‌شویم، میزان تغییرات کاهشی بیشتر می‌شود.

نتیجه‌گیری تمرینات اصلاحی متقارن در اصلاح زاویه کلی قوس‌های اسکولیوز و زاویه بین مهره‌های به صورت موضعی تأثیر دارد. این تمرینات می‌تواند در بهبود راستای ستون فقرات افراد مبتلا به سندرم شبه‌مارفان مؤثر واقع شود.

کلیدواژه‌ها اسکولیوز، زاویه کوب، سندرم، مارفان

تاریخ دریافت: ۱۲ دی ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۲۲ اردیبهشت ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۰۱ بهمن ۱۴۰۳

* نویسنده مسئول:

دکتر نرمن غنی‌زاده حصار

نشانی: ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی.

تلفن: ۳۴۱۲۱۹۳ (۹۱۴) ۹۸+

رایانامه: n_hesar@yahoo.com



Copyright © 2025 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه

جانسی و ساید بندینگ مهره‌ها در صفحه فرونتال، تغییر کایفوز پشتی و لوردوز گردنی و کمری در صفحه ساجیتال و چرخش مهره‌ها در صفحه هوریزنتال را به دنبال دارد [۸، ۱۰]. تغییر محل مرکز جرم، توزیع نامتقارن وزن تنه در لگن و تغییر در عملکرد عضلات تنه از عوارض این ناهنجاری است [۱۱، ۱۲].

یافتن استراتژی درمانی بهینه برای این افراد موضوعی مورد بحث و چالش برانگیز است [۱۳]. هدف کلی در مدیریت ناهنجاری اسکولیوز، کاهش پیشرفت دفورمیتی‌های اسکولیوتیک [۱۴] یا متوقف کردن روند پیشرفت قوس‌های جانبی است [۱۵]. روش‌های درمانی و اصلاحی مورد استفاده برای این بیماران را می‌توان در ۲ دسته تهاجمی و غیرتهاجمی قرار داد [۱۶]. درمان‌های تهاجمی معمولاً شامل جراحی است [۱۷]. روش‌های درمانی غیرتهاجمی، شامل تمرینات اصلاحی و درمانی، استفاده از انواع بريس، مانیپولاسیون و کفی‌های طبی [۱۶]، طب فیزیکی و فیزیوتراپی است [۱۵]. در حالت کلی رویکردهای ورزش بنیان، از جمله تمرینات اصلاحی و درمانی مبتنی بر منابع علمی کارآمد در جهت کاهش عوارض ناهنجاری و پیشگیری از پیشرفت شدت اسکولیوز مفید بوده‌اند [۱۸، ۱۹]. نتایج مطالعه مروری فاسکو و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد چنانچه تمرینات به‌درستی تجویز شود، می‌تواند از بدتر شدن انحراف مهره‌ها جلوگیری کند و گاهی اوقات می‌تواند منجر به عدم نیاز به استفاده از بريس شود. همچنین استفاده از تمرینات خاص برای اسکولیوز که براساس منابع قوی علمی انتخاب شده‌اند، ضروری است، چراکه ممکن است استفاده از روش‌های مبتنی بر تئوری‌های قدیمی‌تر منجر به اشتباهاتی در درمان بیماران شود [۲۰]. در تحقیقات مربوط به تأثیر تمرینات اصلاحی در درمان اسکولیوز مقالات محدودی ارائه شده است. در همین راستا می‌توان به مقاله مروری رومانو و همکاران (۲۰۱۳) اشاره کرد که نتیجه گرفتند کمبود مطالعات باکیفیت بالا در استفاده از تمرینات اختصاصی اسکولیوز وجود دارد و قطعاً نیاز به تحقیقات با کیفیت بالا جهت نهایی کردن استفاده از تمرینات اختصاصی اسکولیوز در کلینیک‌ها وجود دارد [۲۱]. در میان تحقیقات مورد بررسی در این مقاله مروری، تحقیقی مبتنی بر استفاده تمرینات اصلاحی بر روی آزمودنی‌های مبتلا به سندرم مارفان و شبه‌مارفان وجود ندارد. علاوه بر این در اکثر تحقیقات، برای بیماران مبتلا به سندرم مارفان و شبه‌مارفان به انجام ورزش و فعالیت بدنی به‌صورت عمومی و با تأکید بر مشکلات قلبی تنفسی این بیماران پرداخته شده و اصلاح ناهنجاری‌های اسکلتی عضلانی آن‌ها مورد بررسی کمتری قرار گرفته است. در همین راستا، نتایج پژوهشی نشان داد ۳ هفته برنامه توان‌بخشی (شامل تمرین روی دوچرخه ثابت، ژیمناستیک، آمادگی جسمانی و راه رفتن نوردیک) برای بیماران مبتلا به سندرم مارفان، موجب بهبود فاکتورها و متغیرهای آمادگی جسمانی این بیماران شد. همچنین نتایج تعقیبی این تحقیق پس از ۱ سال حاکی از نتایج مثبت و اثربخشی این برنامه تمرینی بود [۲۲]. باتوجه به اینکه

سندرم مارفان^۱ یک اختلال ارثی بافت همبند با توارث اتوزوم غالب است و در ژنی که بر روی کروموزم ۱۵ قرار دارد، ایجاد می‌شود [۱]. این ژن در تولید پروتئین فیبریلین نقش مهمی دارد. اختلال در تولید این پروتئین موجب ضعف شدن بافت همبند شده و بیشتر خود را در سیستم اسکلتی عضلانی، قلبی عروقی، چشم و پوست نشان می‌دهد [۲]. شیوع این بیماری، یک در ۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ بوده و زن و مرد، همه نژادها و قومیت‌ها را به‌طور یکسان درگیر می‌کند [۲]. عوارض سندرم مارفان، اختلالات جسمی و ضعف عضلانی ناشی از آن، در سنین پایین مشهود است و نباید از آن غافل شد. در واقع مراقبت‌های ویژه این بیماران باید شامل برنامه‌های فعالیت بدنی مناسب (حفظ آمادگی جسمانی) از سنین پایین باشد [۳]. هدف اصلی برنامه‌های ورزشی برای این افراد، بهینه‌سازی ظرفیت عملکردی بدون توجه به مزمن بودن بیماری یا دوره بیماری است. در این گروه، طیف وسیعی از توانایی‌های ورزشی وجود دارد که توسط عوامل متعددی مانند پیشرفت بیماری، پاسخ به درمان، بیماری‌های همزمان و حتی چشم‌انداز ذهنی تعیین می‌شود [۴].

تشخیص سندرم مارفان بر مبنای یافته‌های کلینیکی در سیستم‌های قلبی عروقی، بینایی، اسکلتی عضلانی و تاریخچه فامیلی مثبت است [۵]. یافته‌های بالینی دی بارکر و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد برخی از بیماران با وجود علائم و درگیری سیستماتیک اسکلتی عضلانی، فنوتیپ‌های قلبی عروقی مرتبط با سندرم مارفان را ندارند. این افراد اصطلاحاً شبه‌مارفان^۲ نامیده می‌شوند. به عبارت دیگر، بیماران شبه‌مارفان اغلب علائم و ناهنجاری‌های اسکلتی عضلانی مربوط به سندرم مارفان را دارند، اما مشکلات و عوارض سیستم‌های قلبی عروقی و بینایی را ندارند [۵]. سیستم اسکلتی بیماران مبتلا به سندرم مارفان بارشد خطی بیش از حد استخوان‌های بلند و شلی و انعطاف‌پذیری عمومی مفاصل مشخص می‌شود [۶]. براساس مقیاس اصلاح‌شده گنت و نتایج پژوهش لویز و همکاران (۲۰۱۰) علائم و ناهنجاری‌های اسکلتی عضلانی بیماران مارفان و شبه‌مارفان، شامل فرورفتگی جناغ و عدم تقارن قفسه سینه، انحراف بخش خلفی پا (هیند فوت)، افت قوس‌های کف پای و کف پای پهن، طول زیاد و غیرعادی اندام‌های فوقانی، درجات مختلف کایفوز پشتی و درجات بالای اسکولیوز در نواحی مختلف ستون فقرات است [۲]. تحقیقات نشان داده ۴۰ درصد افراد مبتلا به سندرم مارفان، کایفوز بیش از ۵۰ درجه دارند و حدود ۵۲ تا ۶۳ درصد آن‌ها مبتلا به اسکولیوز هستند [۶-۸]. در ناهنجاری اسکولیوز راستای ستون مهره‌ها در ۳ صفحه حرکتی به‌ویژه در سطح فرونتال دچار انحراف می‌شود [۹]. تغییرات سه‌بعدی ستون فقرات، انحراف

1. Marfan syndrome
2. Marfan-like syndrome



طب توانبخش

تصویر ۲. هایپر موبیلیتی انگشتان

لوپز و همکاران (۲۰۱۰)، درگیری سیستماتیک تشخیص داده شد [۲]. در نتیجه مشخص شد آزمودنی این پژوهش مبتلا به سندرم مارفان مینور یا شبه مارفان بود؛ در این مقیاس حداکثر نمره مربوط به بافت اسکلتی عضلانی ۲۰ است که نمره نمونه مورد مطالعه ۹ بود.

در جلسه ارزیابی اولیه، آزمون‌های اندازه‌گیری طول واقعی و ظاهری اندام تحتانی و آزمون غربالگری آدامز که به‌عنوان یک ابزار ارزیابی مناسب برای تشخیص اسکولیوز ایدیوپاتی نوجوانان شناخته شده است نیز انجام شد. اندازه‌گیری طول واقعی اندام تحتانی (از خار خاصره‌ای قدامی فوقانی^۳ تا قوزک داخلی در وضعیت خوابیده به پشت) هیچ‌گونه اختلاف فاحشی را نشان نداد، اما نتایج اندازه‌گیری طول ظاهری اندام تحتانی (از ناف تا قوزک داخلی در وضعیت خوابیده به پشت)، حاکی از اختلاف طول اندام‌های تحتانی به مقدار ۱/۵ سانتی‌متر بود [۲۳]. هنگام اجرای آزمون آدامز (خم شدن به جلو)، برجستگی (هامپ) در سمت راست مهره‌های سینه‌ای و فررفتگی (هالو) در سمت چپ مهره‌های کمری مشهود بود. همچنین نتایج رادیوگرافی که توسط پزشک متخصص جراحی ستون فقرات تجویز شده بود، وجود اسکولیوز S شکل توراکولومبار را نشان داد. مهره اول لومبار (L1) رأس انحنای کمری و تحدب آن به چپ (زاویه کوب ۴۲/۱ درجه) و مهره دهم توراسیک (T10) رأس انحنای سینه‌ای و تحدب به راست (زاویه کوب ۳۹/۶ درجه) را تأیید کرد.

فرورفتگی جناغ سینه و اسکولیوز ستون فقرات و هایپر موبیلیتی انگشتان به ترتیب در **تصویرهای شماره ۱ و ۲** نشان داده شده است.

3. Anterior superior iliac crest (ASIS)



طب توانبخش

تصویر ۱. فرورفتگی جناغ سینه و اسکولیوز ستون فقرات

در اکثر موارد شرایط قلبی بیماران مبتلا به مارفان و شبه مارفان حاد است و مشکلات بینایی در این افراد شایع است، در تحقیقات تمرکز اصلی و عمده روی اختلالات قلبی و بینایی است و به مشکلات اسکلتی عضلانی آن‌ها کمتر پرداخته شده است. در این میان، مقالات مربوط به ورزش و فعالیت بدنی برای این بیماران نیز بسیار محدود بود، بنابراین این پژوهش به بررسی تأثیر یک برنامه تمرین اصلاحی متقارن بر ناهنجاری اسکولیوز یک بیمار شبه مارفان می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

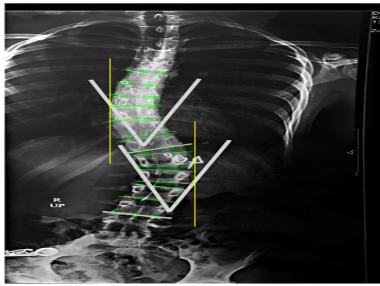
این پژوهش یک مطالعه موردی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون است که روی یک آزمودنی مبتلا به سندرم شبه مارفان و دارای اسکولیوز انجام شده است. با توجه به اینکه تحقیق تنها بر روی ۱ نفر انجام شد، جهت رعایت اصول اخلاقی علاوه بر دریافت رضایت‌نامه کتبی از آزمودنی، طی جلسه‌ای با حضور آزمودنی موارد اخلاقی مربوط به اجرای پژوهش، روش کار و تمرینات مورد مذاکره قرار گرفت.

شرح و توصیف آزمودنی: آزمودنی مورد مطالعه یک پسر ۱۸ ساله با شاخص توده بدنی ۱۷/۹۵ کیلوگرم بر متر مربع بود که به علت شکایت از دردهای کمر، زانو، کف پا و انگشتان به باشگاه حرکات اصلاحی حرکات سالم استان آذربایجان غربی واقع در شهرستان ارومیه مراجعه کرده بود. قبل از مراجعه به باشگاه حرکات اصلاحی در ارزیابی اولیه توسط متخصص جراحی ستون فقرات، براساس مقیاس اصلاح‌شده گنت و نتایج پژوهش

جدول ۱. تغییرات در زوایای کوب

متغیرها	زاویه (°)		کاهش (درصد)
	پیش آزمون	پس آزمون	
زاویه کوب	۴۲/۱	۳۸/۳	۱۵/۵۶
منحنی قفسه سینه	۳۹/۶	۳۳/۴	۹/۳

طب توانبخش



طب توانبخشی

تصویر ۴. اندازه گیری زاویه بین مهرهای

اندازه گیری شد [۲۵]. بنابراین، ارزیابی اولیه نشان داد در نواحی ستون فقرات، مچ پا و کف پا ناهنجاری‌های اسکلتی عضلانی مشهود وجود دارد، بنابراین محقق به دنبال طراحی پروتکل تمرینات اصلاحی، برای بهبود شرایط مراجعه کننده بود.

پروتکل تمرینات اصلاحی: در این تحقیق، آزمودنی تحت نظارت مستقیم محقق و به صورت انفرادی پروتکل پژوهش را که شامل تمرینات کشش متقارن در صفحه فرونتال و ساجیتال، تحرک بخشی متقارن و تقویتی چرخشی دوطرفه بود، به مدت ۱۲ هفته (۳ جلسه در هفته) انجام داد. این تمرینات با هدف بازبایی راستای طبیعی ستون مهره‌ها (تمرینات کشش متقارن در صفحه فرونتال و ساجیتال)، انقباض همزمان گروه‌های عضلانی ۲ طرف انحراف، بهبود راستای مطلوب ستون مهره‌ها (تمرینات تحرک بخشی متقارن در صفحه ترنسورس)، تقویت و کشش پویای همزمان عضلات مولتی فیذوس ۲ طرف انحراف (تمرینات تقویتی چرخشی دوطرفه در صفحه ترنورس) طراحی شد [۲۶].

طی ۱۲ هفته تمرین، با رعایت اصل تنوع تمرین، حرکات به اشکال گوناگون و متنوع ارائه شد. همچنین باتوجه به اصل پیشرفت بار، زمان فعالیت و تمرینات به تدریج و متناسب با



طب توانبخشی

تصویر ۳. رادیوگرافی از نمای پوسترئو-انتریور

قبل از شروع تمرینات، عکس رادیوگرافی از نمای پوسترئو-انتریور^۴ از کل ستون فقرات در یک کلیشه به عنوان پیش‌آزمون لحاظ شد (تصویر شماره ۳). سپس پروتکل تمرینی اجرا شد. پس از ۳ ماه مجدداً برای پس‌آزمون عکس رادیوگرافی دیگری مانند پیش‌آزمون گرفته شد. زاویه اسکولیوز در ۲ رادیوگرافی با استفاده از روش کوب تعیین شد [۲۴].

جهت اندازه‌گیری زاویه بین مهره‌های درگیر در قوس با استفاده از عکس رادیوگرافی، ابتدا صفحه فوقانی و تحتانی مهره‌های چهارم لومبار (L4) تا ششم توراسیک (T6) علامت زده شد. سپس زاویه بین صفحه تحتانی مهره بالایی و صفحه بالایی مهره تحتانی به عنوان زاویه بین مهره‌ای در نظر گرفته شد [۲۵] (تصویر شماره ۴). در این روش اندازه‌گیری زاویه بین صفحه تحتانی مهره بالایی و صفحه بالایی مهره تحتانی ۲ مهره بالاتر و ۲ مهره پایین‌تر از مهره رأس قوس اسکولیوز (نقطه عطف) به عنوان زوایای مرجع

4. Posterior-anterior

جدول ۲. تمرینات کشش عمودی

هفته	تمرین	ست و تکرار
اول تا چهارم	۱. فرد دست‌ها را بالای سر می‌کشد. حتماً آرنج‌ها و مچ دست‌ها صاف باشند (جای دست‌ها عوض می‌شود). ۲. فرد دست‌ها را به بالای سر کشیده و حدود ۴۵ درجه به تنه فلکشن می‌دهد. حتماً آرنج‌ها و مچ دست‌ها صاف باشند (جای دست‌ها عوض می‌شود). ۳. دست‌ها را از آرنج خم کرده و سعی می‌کند با نوک انگشتان سرشانه‌ها را لمس کند. ۴. فرد آرنج‌ها را خم کرده به طوری که نوک انگشتان دست، سرشانه‌ها را لمس کنند. سپس تنه را به جلو خم کرده و آرنج‌ها را روی توپ قرار می‌دهد. ۵. دست‌ها را روی هم قرار داده و به بالا می‌کشد تا بازوها در کنار گوش‌ها قرار گیرد. ۶. فرد دست‌ها را روی هم قرار داده و به بالا می‌کشد تا بازوها در کنار گوش‌ها قرار گیرد. سپس با حفظ وضعیت، حدود ۴۵ درجه به تنه فلکشن می‌دهد. ۷. دست‌ها را از آرنج خم کرده و سعی می‌کند با نوک انگشتان سرشانه‌ها را لمس کند. با حفظ وضعیت، حدود ۴۵ درجه به تنه فلکشن می‌دهد. ۸. فرد آرنج‌ها خم شده و نوک انگشتان دست سرشانه‌ها را لمس می‌کنند. مفصل هیپ ۹۰ درجه فلکشن دارد و ران عمود بر زمین قرار می‌گیرد.	۳ ست، ۱۰ تکرار
پنجم تا هشتم	تمرینات ۱ تا ۸ که در بالا توضیح داده شد، با تکرار بیشتر انجام شد.	۳ ست، ۲۰ تکرار
نهم تا دوازدهم	تمرینات ۱ تا ۸ که در بالا توضیح داده شد، با تکرار بیشتر انجام شد.	۳ ست، ۳۰ تکرار

طب توانبخشی

جدول ۳. تمرینات کششی چرخشی عمودی

هفته	تمرین	ست و تکرار
اول تا چهارم	۱. فرد دستها را به بالای سر می‌کشد سپس به‌صورت محوری به سمت راست می‌چرخد و همین وضعیت را حفظ می‌کند. حتماً آرنج‌ها و مچ دستها صاف باشند (جای دستها عوض می‌شود). ۲. فرد دستها را به بالای سر می‌کشد سپس به‌صورت محوری به سمت راست چرخیده و کمی به تنه فلکشن می‌دهد و این وضعیت را حفظ می‌کند. حتماً آرنج‌ها و مچ دستها صاف باشند (جای دستها عوض می‌شود). ۳. فرد دستها را به بالای سر می‌کشد سپس به‌صورت محوری به سمت چپ می‌چرخد و همین وضعیت را حفظ می‌کند. حتماً آرنج‌ها و مچ دستها صاف باشند (جای دستها عوض می‌شود). ۴. فرد دستها را به بالای سر می‌کشد سپس به‌صورت محوری به سمت چپ چرخیده و کمی به تنه فلکشن می‌دهد و این وضعیت را حفظ می‌کند. حتماً آرنج‌ها و مچ دستها صاف باشند (جای دستها عوض می‌شود).	۳ ست، ۱۰ تکرار
پنجم تا هشتم	تمرینات ۱ تا ۴ که در بالا توضیح داده شد، با تکرار بیشتر انجام شد.	۳ ست، ۲۰ تکرار
نهم تا دوازدهم	تمرینات ۱ تا ۴ که در بالا توضیح داده شد، با تکرار بیشتر انجام شد.	۳ ست، ۳۰ تکرار

طب توانبخش

یافته‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها آمار توصیفی شامل به دست آوردن اختلاف پیش‌آزمون و پس‌آزمون بر حسب درجه (زاویه اسکولیوز و زاویه بین مهره‌ها) و درصد مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب که زاویه‌های به‌دست‌آمده در پس‌آزمون از زاویه‌های پیش‌آزمون تفریق شد و برای یک‌دست بودن داده‌ها و ساده‌تر شدن تفسیر آن‌ها، با ضرب آن‌ها در کسر درصدی، به درصد تبدیل شدند.

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد، پروتکل تمرینی باعث کاهش میزان اسکولیوز آزمودنی شده است (تصویرهای شماره ۵ و ۶).

نتایج و داده‌ها حاکی از کاهش زاویه انحنای توراکس و لومبار است. جدول شماره ۵ و تصویر شماره ۷ تغییرات زاویه کوب در ناحیه توراکس و لومبار قبل و بعد از تمرین را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول آمده است، قوس توراکس به مقدار ۱۵/۵۶ درصد و همچنین قوس لومبار ۹/۳ درصد کاهش یافته‌اند.

جدول شماره ۶ و تصویر شماره ۸ مقدار زاویه بین همه مهره‌های درگیر در انحنای S شکل اسکولیوز (L4 تا T6) را قبل و بعد از تمرینات نشان می‌دهد. نتایج حاصل از این نمودار و جدول نشان داد تغییرات در زاویه بین مهره‌های ششم و هفتم

توانایی‌هایی جسمی آزمودنی افزایش یافت. تمرینات کششی در جلسات ابتدایی با حداقل مدت کشش ۱۰ ثانیه شروع شد و در برخی تمرینات تا ۳۰ ثانیه افزایش یافت. تمرینات تقویتی و تحرک‌بخشی نیز از یک ست با ۵ تا ۷ تکرار شروع شد و با توجه به اصل ویژگی‌های فردی و خصوصیات آزمودنی در هفته‌های پایانی تا ۳ ست و ۸ تا ۱۰ تکرار پیشرفت داده شد. بنابراین، مدت ۱ جلسه تمرین در ۴ هفته اول ۵۰ دقیقه، اواسط دوره تمرین (هفته پنجم تا هشتم) ۶۰ دقیقه و هفته‌های نهم تا دوازدهم ۸۰ دقیقه بود [۲۷]. طی ۱۲ هفته اجرای پروتکل پژوهش، آزمودنی در هیچ فعالیت ورزشی شرکت نکرد و در صورت نیاز به مشاوره به پزشک متخصص خود مراجعه و محقق را نیز مطلع می‌کرد. تغییرات در زوایای کوب (منحنی قفسه سینه و منحنی کمر) در جدول شماره ۱ آورده شده است

در هر جلسه، ابتدا آزمودنی ۵ دقیقه با فعالیت هوایی سبک، راه رفتن تعادلی تاندم و تمرینات کششی عمومی بدن خود را گرم می‌کرد. سپس برنامه تمرینات متقارن شامل کشش عمودی، کششی چرخشی عمودی، تمرینات تقویتی عمودی و تمرینات تقویتی چرخشی عمودی که شرح اجرای هر یک از آن‌ها در جدول‌های شماره ۲، ۳ و ۴ آمده است را انجام داد و در پایان نیز ۵ دقیقه با تمرینات کششی عمومی و قدم زدن آهسته بدن خود را سرد کرد.

جدول ۴. تمرینات تقویتی عمودی

هفته	تمرین	ست و تکرار
اول تا چهارم	۱. نوک انگشتان سرشانه‌ها را لمس کند. با حفظ وضعیت، آرنج‌ها را تا جایی که می‌تواند به سمت بالا و کنار گوش‌ها می‌کشد و دوباره به سطح شانه‌ها بر می‌گرداند. ۲. دستها را به بالا می‌کشد تا بازوها در کنار گوش‌ها قرار گیرد و دوباره به سطح شانه‌ها برمی‌گرداند. ۳. دستها را به بالای سر می‌کشد سپس کمی به تنه فلکشن می‌دهد و دوباره به وضعیت عمودی برمی‌گردد. حتماً آرنج‌ها و مچ دستها صاف باشند (جای دستها عوض می‌شود).	۳ ست، ۱۰ تکرار
پنجم تا هشتم	تمرینات ۱ تا ۳ که در بالا توضیح داده شد، با تکرار بیشتر انجام شد.	۳ ست، ۲۰ تکرار
نهم تا دوازدهم	تمرینات ۱ تا ۳ که در بالا توضیح داده شد، با تکرار بیشتر انجام شد.	۳ ست، ۳۰ تکرار

طب توانبخش

جدول ۵. تمرینات تقویتی چرخشی عمودی

هفته	تمرین	ست و تکرار
اول تا چهارم	۱. دست‌ها را به بالای سر می‌کشد و به سمت چپ و راست به‌صورت محوری می‌چرخد. حتماً آرنج‌ها و مچ دست‌ها صاف باشند (جای دست‌ها عوض می‌شود). ۲. دست‌ها را به بالا می‌کشد تا بازوها در کنار گوش‌ها قرار گیرد. سپس به‌صورت محوری به راست و چپ می‌چرخد. ۳. دست‌ها را به بالای سر می‌کشد، سپس به‌صورت محوری به سمت راست چرخیده و کمی به تنه فلکشن می‌دهد و دوباره به وضعیت عمودی و چرخیده به راست برمی‌گردد. حتماً آرنج‌ها و مچ دست‌ها صاف باشند (جای دست‌ها عوض می‌شود). ۴. دست‌ها را به بالای سر می‌کشد، سپس به‌صورت محوری به سمت چپ چرخیده و کمی به تنه فلکشن می‌دهد و دوباره به وضعیت عمودی و چرخیده به چپ برمی‌گردد. حتماً آرنج‌ها و مچ دست‌ها صاف باشند (جای دست‌ها عوض می‌شود). ۵. دست‌ها را به بالای سر می‌کشد، سپس به‌صورت محوری به سمت راست چرخیده و کمی به تنه فلکشن می‌دهد و دوباره به وضعیت عمودی و به سمت چپ چرخیده و کمی به تنه فلکشن می‌دهد و برمی‌گردد. حتماً آرنج‌ها و مچ دست‌ها صاف باشند (جای دست‌ها عوض می‌شود).	۳ ست، ۱۰ تکرار
پنجم تا هشتم	تمرینات ۱ تا ۵ که در بالا توضیح داده شد، با تکرار بیشتر انجام شد.	۳ ست، ۲۰ تکرار
نهم تا دوازدهم	تمرینات ۱ تا ۵ که در بالا توضیح داده شد، با تکرار بیشتر انجام شد.	۳ ست، ۳۰ تکرار

طب توانبخشی

کسر تخلیه‌ای بطن چپ و نارسایی هایپر تروفیک قلبی شد [۲۸]. علاوه بر مشکلات قلبی-عروقی، در افراد مبتلا به سندرم مارفان و شبه‌مارفان، ناهنجاری‌های اسکلتی-عضلانی در دوران کودکی ایجاد شده و ممکن است پیشرفت کنند [۲۸]. در این راستا پژوهش‌های اندکی به تأثیر تمرینات اصلاحی بر عارضه اسکولیوز در افراد شبه‌مارفان نگاه ویژه‌ای داشتند که به نظر کافی نبوده و همه این پژوهش‌ها به تأثیر تمرینات اصلاحی بر ناهنجاری اسکولیوز در این بیماران توجه چندانی نداشتند.

در این پژوهش طی یک دوره ۱۲ هفته‌ای تمرینات اصلاحی متقارن برای یک بیمار شبه‌مارفان اجرا شد و در پایان دوره میزان اسکولیوز دوباره بررسی و مشخص شد تمرینات اصلاحی متقارن باعث کاهش معنادار زاویه اسکولیوز آزمودنی شبه‌مارفان شده و راستای ستون فقرات وی بهبود یافته است. اگرچه سایر ناهنجاری‌های اسکلتی-عضلانی در این پژوهش مورد بررسی قرار نگرفت، اما نتایج پژوهش حاضر، اثر مثبت تمرینات اصلاحی متقارن را نشان داده‌اند.

پروتکل تمرینات اصلاحی ما که ترکیبی از تمرینات کششی و تقویتی متقارن و نامتقارن بود، باعث بهبود اسکولیوز فرد مبتلا به سندرم شبه‌مارفان شده است. پروتکل ارائه‌شده ترکیبی از تمرینات کششی و تقویتی عمودی بود. در بیماران اسکولیوتیک مبتلا به سندرم مارفان، ضخامت لامیناها کاهش یافته، پدیکل‌ها نازک‌تر و تراکم مواد معدنی استخوان نیز کاهش می‌یابد [۲۹].

(T7-T6) در ناحیه توراکی و مهره‌های سوم و چهارم (L4-L3) در ناحیه لومبار نیز به ترتیب ۲۲/۲ و ۶۲/۵ درصد کاهش داشته است. همچنین میزان تغییرات در زاویه بین مهره‌های دوازدهم توراکیک - اول لومبار (L1-T12) و یازدهم - دوازدهم توراکیک (T11-T12) و دهم و یازدهم توراکیک (T10-T11) (مهره‌های‌های نقطه عطف و نزدیک به نقطه عطف در انحنای S شکل) حداقل و صفر بود. این اطلاعات حاکی از آن است که هر چه از نقطه عطف به ۲ طرف دیستال انحنای S شکل دور می‌شویم، میزان تغییرات کاهش می‌شود. تغییرات زوایای بین مهره‌ها در جدول شماره ۷ آمده است.

بحث

آزمودنی مورد مطالعه دارای اسکولیوز دوقوسی S شکل در ناحیه توراکی لومبار بود. تحذب قوس توراکیک به سمت راست با زاویه کوب اولیه ۴۲/۱ درجه و تحذب قوس لومبار به چپ با زاویه کوب اولیه ۳۹/۶ درجه بود.

براساس یافته‌های بالینی، با وجود درگیری سیستم‌های مختلف بدن در بیماران مارفان، مشکلات قلبی-عروقی از اهمیت زیادی برخوردار است. در همین راستا نتایج تحقیق بنینگه‌وون و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد تمرینات تقویتی آمادگی جسمانی باعث کم شدن و به تأخیر افتادن خستگی فرد می‌شود [۲۲]. نتایج تحقیق دیگری نشان داد تمرینات هوازی باعث کاهش

جدول ۶. تغییرات زوایای کوب

متغیر (برحسب درجه)	مقدار زاویه		درصد کاهش
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	
زاویه کوب توراکی	۴۲/۱	۳۸/۳	۱۵/۵۶
زاویه کوب لومبار	۳۹/۶	۳۳/۴	۹/۳

طب توانبخشی

جدول ۷. تغییرات زوایای بین مهره‌های

متغیر (برحسب درجه)	مقدار زاویه		درصد کاهش
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	
زاویه بین L3-L4*	۰/۸	۰/۳	۶۲/۵
زاویه بین T6-T7**	۰/۹	۰/۷	۲۲/۲

طب توانبخش

*: مهره‌های لومبار
**: مهره‌های توراسیک

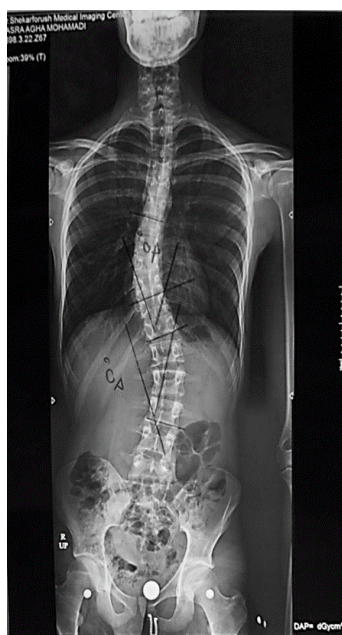
ورزشی مختلف بر انحناهای اسکولیوتیک درمی‌یابیم که نتایج مطالعه حاضر نیز با تحقیقات یادشده، همخوانی دارد. از آنجاکه هدف اولیه تمرینات اصلاحی در افراد اسکولیوتیک، پیشگیری از پیشرفت انحناهای جانبی است، شاید بتوان استنباط کرد تمرینات اصلاحی این پروتکل، از طریق متقارن کردن نیروهای وارده به ۲ سمت ستون فقرات این کار را انجام می‌دهد [۳۵]. تمرینات کششی چرخشی متقارن، نیروی کششی آگزیال به ستون مهره‌ها وارد می‌کند. این نیرو، موجب ایجاد فاصله بین مهره‌های شده و بافت‌های طولی درگیر اطراف ستون فقرات را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نیروی کششی آگزیال، باعث افزایش تحرک پذیری مفاصل بین مهره‌های و فاست‌ها شده و همچنین عضلات مولتی فیدوس، بین‌عرضی و پاراسپاینال را به‌صورت دوطرفه و قرینه تحت کشش قرار می‌دهد و درنهایت، این نوع کشش، باعث ایجاد بالانس عضلانی و تعادل تقسیم نیرو در اطراف ستون مهره‌ها می‌شود [۳۶].

ویژگی‌های دیگر این پروتکل تمرینی، متقارن و دوطرفه بودن تمامی تمرینات و نیز وجود تمرینات چرخشی به‌صورت کششی و تقویتی بود. براساس پژوهشی، عدم تقارن عصبی عضلانی در عضلات

در این عارضه به دلیل عدم قرینگی و غیرطبیعی بودن راستای ستون فقرات، نیروهای وارده به مهره‌ها باعث فشار به عضلات، لیگامنت‌ها و دیسک‌های بین مهره‌ای می‌شود [۳۰].

یافته‌های ما با نتایج پژوهش‌های عامری و همکاران [۳۱]، قیطاسی و همکاران [۲۶]، رهنما و همکاران [۳۲]، وایز و همکاران [۳۳] و نگرینی و همکاران [۳۴]، همسو است. همچنین براساس مطالعه عامری و همکاران (۲۰۰۸) اختلال در عضلات پاراسپاینال یکی از علل اصلی ایجاد ناهنجاری اسکولیوز است. آن‌ها توصیه کردند با تمرین دادن به عضلات هر دو طرف ستون مهره‌ها، می‌توان ناهنجاری اسکولیوز را کنترل یا حتی اصلاح کرد [۳۱]. قیطاسی و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیق خود به بررسی تأثیر تمرینات اصلاحی شامل تمرینات کششی تقویتی بر انحناهای اسکولیوز آزمودنی‌های خود پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد این تمرینات سبب کاهش زاویه اسکولیوز می‌شود [۲۶]. رهنما و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش کردند، یک دوره تمرینات اصلاحی باعث کاهش معنادار زاویه اسکولیوز دختران ۱۲ تا ۱۴ ساله شده است [۳۲].

باتوجه به نتایج پژوهش‌های مختلف در مورد تأثیر مثبت تمرینات



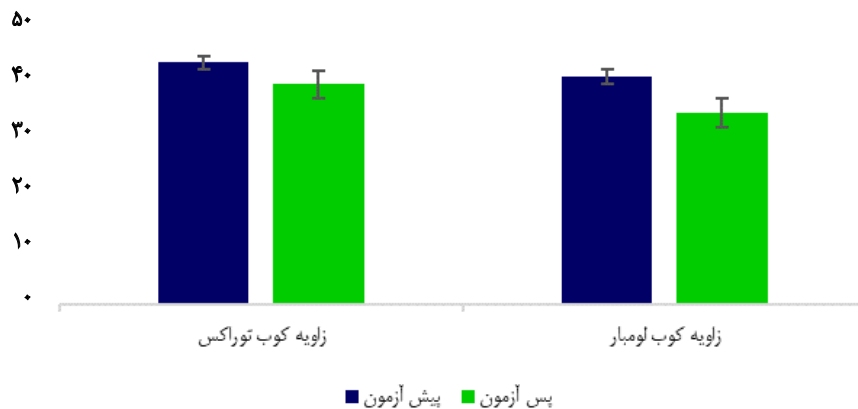
تصویر ۶. بعد از سه ماه تمرین



تصویر ۵. قبل از تمرین

طب توانبخش

طب توانبخش



تصویر ۷. تغییرات زاویه کوب (برحسب درجه)

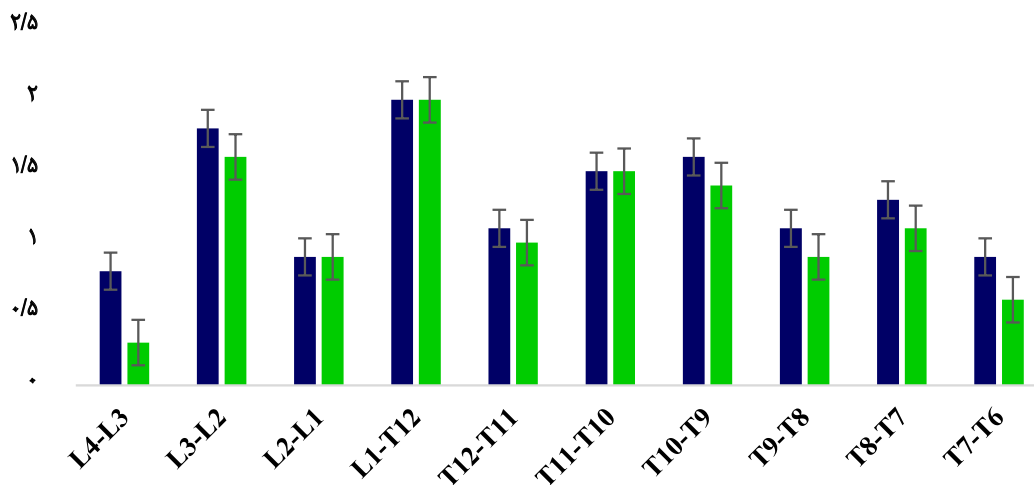
طب توانبخشی

در ستون فقرات مبتلا به اسکولیوز، مهره‌ها در ۲ جهت مخالف چرخیده‌اند و نیروی برشی در مفاصل فاست و بین مهره‌های افزایش یافته است [۲۵]. در این شرایط، کاهش نیروهای برشی به معنای نزدیک شدن ستون فقرات به وضعیت نرمال و به دنبال آن افزایش تقارن سایر نیروهای وارده به مفاصل است [۲۵].

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد با استفاده از تمرینات اصلاحی متقارن، زاویه اسکولیوز آزمودنی شبه‌مارفان و راستای ستون فقرات وی بهبود یافت. بررسی پژوهش‌های قبلی نشان می‌دهد تحقیق حاضر جزو معدود تحقیقاتی است که توانسته با به‌کارگیری روش تمرینات اصلاحی متقارن تأثیر تمرینات ورزشی بر ناهنجاری اسکولیوز در فرد مبتلا به شبه‌مارفان را به اثبات برساند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد چنانچه تمرینات اصلاحی به شیوه صحیح و با استفاده از متدهای علمی طراحی و تجویز شوند، در اصلاح ناهنجاری اسکولیوز افراد مبتلا به سندرم شبه‌مارفان می‌تواند مؤثر واقع شود.

پشتی‌کمری افراد مبتلا به اسکولیوز گزارش شد [۲۵]. مطالعه دیگری، علت عدم تقارن بارهای ستون مهره‌ای را نیروهای برشی اعلام کرد و گشتاورهای آگزیکال را علت دفرمیتی‌های چرخشی در ستون فقرات دانست [۳۷]. همچنین وایز و همکاران [۳۳] و نگرینی و همکاران [۳۴]، نشان دادند تمرینات چرخشی در کاهش انحنای اسکولیوتیک و بهبود ثبات ستون فقرات در افراد دارای اسکولیوز ۲۶ تا ۶۷ درجه، مؤثر بوده است [۳۳، ۳۴]. نتایج تحقیق مک اینتایر و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان داد تمرینات چرخشی باعث کاهش قوس‌های اسکولیوزی و بهبود ثبات ستون مهره‌ها می‌شود [۳۸]. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نیز با پژوهش‌های یادشده همخوانی دارد. ما از تمرینات کششی چرخشی و تقویتی چرخشی متقارن ستون فقرات و تنه در وضعیت نشسته استفاده کردیم. شاید بتوان یکی از علل احتمالی اثربخشی تمرینات کششی چرخشی و تقویتی چرخشی متقارن تنه و ستون فقرات در این تحقیق را کاهش نیروهای برشی و متقارن کردن نیروهای اعمالی به ۲ سمت ستون مهره‌ها دانست. طبق مفاهیم مکانیکال نیروی برشی زمانی ایجاد می‌شود که ۲ بخش از یک ساختار در ۲ جهت مخالف کشیده شوند.



تصویر ۸. تغییرات زاویه بین مهره‌ای (برحسب درجه)

طب توانبخشی

در پایان محدودیت‌های مطالعه حاضر نیز باید مورد توجه قرار گیرند. در این تحقیق، موارد مربوط به مصرف دارو و مداخلات دارویی مربوط به سایر مشکلات شایع در بیماران شبه‌مارفان (بیماری‌های قلبی و چشمی) مورد بررسی و کنترل قرار نگرفت. همچنین این مطالعه بر روی یک نمونه به صورت موردی انجام شد که این امر ممکن است یافته‌ها را تحت تأثیر قرار دهد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

کلیه اصول اخلاقی مانند کسب رضایت آگاهانه از شرکت‌کننده، محرمانه بودن اطلاعات وی و اجازه خروج از مطالعه در نظر گرفته شد.

حامی مالی

این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان تأمین‌کننده مالی در بخش‌های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی، دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به طور یکسان در مفهوم و طراحی مطالعه، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها، تفسیر نتایج و تهیه پیش‌نویس مقاله مشارکت داشتند. هر نویسنده نسخه نهایی نسخه خطی را برای ارسال تایید کرد.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

- [1] Pyeritz RE. Marfan syndrome and related disorders. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2008; 86(1):335-6. [DOI:10.1016/j.athoracsur.2006.10.023] [PMID]
- [2] Loeys BL, Dietz HC, Braverman AC, Callewaert BL, De Backer J, Devereux RB, et al. The revised ghent nosology for the Marfan syndrome. *Journal of Medical Genetics*. 2010; 47(7):476-85. [DOI:10.1136/jmg.2009.072785] [PMID]
- [3] Guitarte A, Edouard T, Vincent R, Chesneau B, Garrigue E, Dulac Y. Evaluation of fitness capacities of children and young adults with Marfan and related conditions. *Archives of Cardiovascular Diseases Supplements*. 2022; 14(3-4):245. [DOI:10.1016/j.acvdsp.2022.07.053]
- [4] Bayles MP. ACSM's exercise testing and prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2023. [Link]
- [5] De Backer J, Loeys B, De Paepe A. Marfan and Marfan-like syndromes. *Artery Research*. 2009; 3(1):9-16. [DOI:10.1016/j.artres.2009.01.003]
- [6] Sponseller PD, Bhimani M, Solacoff D, Dormans JP. Results of brace treatment of scoliosis in Marfan syndrome. *Spine*. 2000; 25(18):2350-4. [DOI:10.1097/00007632-200009150-00013] [PMID]
- [7] Jones KB, Erkula G, Sponseller PD, Dormans JP. Spine deformity correction in Marfan syndrome. *Spine*. 2002; 27(18):2003-12. [DOI:10.1097/00007632-200209150-00008] [PMID]
- [8] Nishida M, Nagura T, Fujita N, Hosogane N, Tsuji T, Nakamura M, et al. Position of the major curve influences asymmetrical trunk kinematics during gait in adolescent idiopathic scoliosis. *Gait & Posture*. 2017; 51:142-8. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2016.10.004] [PMID]
- [9] Diener HC, Dichgans J, Bacher M, Gompf B. Quantification of postural sway in normals and patients with cerebellar diseases. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1984; 57(2):134-42. [DOI:10.1016/0013-4694(84)90172-X] [PMID]
- [10] Aroeira RM, de Las Casas EB, Pertence AE, Greco M, Tavares JM. Non-invasive methods of computer vision in the posture evaluation of adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2016; 20(4):832-43. [DOI:10.1016/j.jbmt.2016.02.004] [PMID]
- [11] Bruyneel AV, Chavet P, Bollini G, Allard P, Berton E, Mesure S. Dynamical asymmetries in idiopathic scoliosis during forward and lateral initiation step. *European Spine Journal*. 2009; 18(2):188-95. [DOI:10.1007/s00586-008-0864-x] [PMID]
- [12] Bruyneel AV, Chavet P, Bollini G, Allard P, Berton E, Mesure S. Lateral steps reveal adaptive biomechanical strategies in adolescent idiopathic scoliosis. *Annales de Readaptation et de Médecine Physique*. 2008; 51(8):630-5, 636-41. [DOI:10.1016/j.annrmp.2008.05.004] [PMID]
- [13] Noonan KJ, Dolan LA, Jacobson WC, Weinstein SL. Long-term psychosocial characteristics of patients treated for idiopathic scoliosis. *Journal of Pediatric Orthopedics*. 1997; 17(6):712-7. [DOI:10.1097/01241398-199711000-00004] [PMID]
- [14] Kotwicki T, Kinel E, Stryła W, Szulc A. Estimation of the stress related to conservative scoliosis therapy: An analysis based on BSSQ questionnaires. *Scoliosis*. 2007; 2:1. [DOI:10.1186/1748-7161-2-1] [PMID]
- [15] Weiss HR, Turnbull D, Tournavitis N, Borysov M. Treatment of scoliosis-evidence and management (review of the literature). *Middle East Journal of Rehabilitation and Health*. 2016;3(2):e35377. [DOI:10.17795/mejrh-35377]
- [16] Alves de Araújo ME, Bezerra da Silva E, Bragade Mello D, Cader SA, Shiguemi Inoue Salgado A, Dantas EHM. The effectiveness of the Pilates method: Reducing the degree of non-structural scoliosis, and improving flexibility and pain in female college students. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2012; 16(2):191-8. [DOI:10.1016/j.jbmt.2011.04.002] [PMID]
- [17] Gao A, Li JY, Shao R, Wu TX, Wang YQ, Liu XG, et al. Schroth exercises improve health-related quality of life and radiographic parameters in adolescent idiopathic scoliosis patients. *Chinese Medical Journal*. 2021; 134(21):2589-96. [DOI:10.1097/CM9.0000000000001799] [PMID]
- [18] Burger M, Coetzee W, du Plessis LZ, Geldenhuys L, Joubert F, Myburgh E, et al. The effectiveness of Schroth exercises in adolescents with idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis. *The South African Journal of Physiotherapy*. 2019; 75(1):904. [DOI:10.4102/sajp.v75i1.904] [PMID]
- [19] Cory M. The use of postural reeducation and strengthening exercises in the reversal of functional scoliosis: A case report. *Case Report Papers*. 2015; 33:1-22. [Link]
- [20] 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. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2011; 27(1):80-114. [DOI:10.3109/09593985.2010.533342] [PMID]
- [21] Płaszewski M, Bettany-Saltikov J. Non-surgical interventions for adolescents with idiopathic scoliosis: An overview of systematic reviews. *Plos One*. 2014; 9(10):e110254. [DOI:10.1371/journal.pone.0110254] [PMID]
- [22] Benninghoven D, Hamann D, von Kodolitsch Y, Rybczynski M, Lechinger J, Schroeder F, et al. Inpatient rehabilitation for adult patients with Marfan syndrome: An observational pilot study. *Orphanet Journal of Rare Diseases*. 2017; 12(1):127. [DOI:10.1186/s13023-017-0679-0] [PMID]
- [23] Suresh SJ, Margalit A, Sponseller PD. Evaluating the sagittal spinal and pelvic parameters in Marfan syndrome patients affected by scoliosis. *Spine Deformity*. 2022; 10(4):873-81. [DOI:10.1007/s43390-022-00484-x] [PMID]
- [24] Jin C, Wang S, Yang G, Li E, Liang Z. A review of the methods on Cobb angle measurements for spinal curvature. *Sensors*. 2022; 22(9):3258. [DOI:10.3390/s22093258] [PMID]
- [25] Zhao J, Fan J, Shen H, Yang C, Chen Y, Li M. Characteristics of Cobb angle distribution in the main thoracolumbar/lumbar curve in adolescent idiopathic scoliosis: A retrospective controlled clinical study. *Medicine*. 2018; 97(25):e11216. [DOI:10.1097/MD.00000000000011216] [PMID]

- [26] Qitasi M, Alizade MH, Rajabi R, Ebrahimi E, Haghverdian S. [The effect of 8 weeks of common corrective exercises (stretching-strengthening exercises) on the lateral curvature of the spine in people with non-structural scoliosis using photogrammetry (Persian)]. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2015; 10(20):93-106. [DOI:10.22080/jaep.2015.922]
- [27] Bompas TO, Buzzichelli CA. *Periodization: Theory and methodology of training*. Human kinetics. sixth ed. Champaign: Human Kinetics; 2018. [DOI:10.5040/9781718225435]
- [28] Medeiros WM, Peres PA, Carvalho AC, Gun C, De Luca FA. Effect of a physical exercise program in a patient with Marfan syndrome and ventricular dysfunction. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2012; 98(4):e70-3. [DOI:10.1590/S0066-782X2012000400015] [PMID]
- [29] Sponseller PD, Ahn NU, Ahn UM, Nallamshetty L, Rose PS, Kuszyk BS, et al. Osseous anatomy of the lumbosacral spine in Marfan syndrome. *Spine*. 2000; 25(21):2797-802. [DOI:10.1097/00007632-200011010-00012] [PMID]
- [30] Jannessari NT, Shahidi S, Khademi A, Imani S, Ganjavian MS. [Comparing body image concern and self-esteem of adolescents with scoliosis with and without brace treatment and normal adolescents (Persian)]. *Contemporary Psychology*. 2015; 9(2):17-28. [Link]
- [31] Ameri E, Behtash H, Mobini B, Bouzari B, Shooshtarizadeh T, Kabiri P. [Pathologic study of paraspinal muscles in different types of scoliosis (Persian)]. *Journal of Isfahan Medical School*. 2008; 26(88):46-53. [Link]
- [32] Rahnama N, Bambaiechi E, Taghian F, Nazarian AB, Abdollahi M. [Effect of 8 weeks regular corrective exercise on spinal column deformities in girl students (Persian)]. *Journal of Isfahan Medical School*. 2009; 27(101):676-86. [Link]
- [33] Weiss HR, Moramarco MM, Borysov M, Ng SY, Lee SG, Nan X, et al. Postural rehabilitation for adolescent idiopathic scoliosis during growth. *Asian Spine Journal*. 2016; 10(3):570-81. [DOI:10.4184/asj.2016.10.3.570] [PMID]
- [34] Negrini S, Grivas TB, Kotwicki T, Maruyama T, Rigo M, Weiss HR, et al. Why do we treat adolescent idiopathic scoliosis? What we want to obtain and to avoid for our patients. SOSORT 2005 Consensus paper. *Scoliosis*. 2006; 1:4. [DOI:10.1186/1748-7161-1-4] [PMID]
- [35] Karimi MT, Kaviani Boroujeni M. [The analysis of the length and produced force by some trunk muscles of a scoliotic patient using Open-SIMM software during walking with Milwaukee orthosis-A case report (Persian)]. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2014; 9(7):1344-52. [DOI:10.22122/jrrs.v9i7.962]
- [36] Mehrparvar R, Seidi F, Shirzad Eraghi E, Sokhangooei Y. Comparison of two corrective exercises programming with approach of SEAS and evminov on non-structural scoliosis abnormality. *Middle Eastern Journal of Disability Studies*. 2020; 10:8. [Link]
- [37] Karimi MT, Nadi A. [A review of kinetic indices in people with scoliosis (Persian)]. *Research in Rehabilitation Sciences*. 2012; 8(Supplement):1363-70. [Link]
- [38] McIntire KL, Asher MA, Burton DC, Liu W. Treatment of adolescent idiopathic scoliosis with quantified trunk rotational strength training: A pilot study. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*. 2008; 21(5):349-58. [DOI:10.1097/BSD.0b013e318145b7e9] [PMID]