

Research Paper

Effect of Corrective and Aerobic Exercises on the Aerobic Performance and Kyphosis Angle of Women With Hyperkyphosis



*Mohadese Golzar Jannat¹ , Arsalan Damirchi¹ , Ali Shamsi Majelan²

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Guilan, Rasht, Iran.
2. Department of Corrective Exercises and Sport Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Guilan, Rasht, Iran.



Citation Golzar Jannat M, Damirchi A, Shamsi Majelan A. [Effect of Corrective and Aerobic Exercises on the Aerobic Performance and Kyphosis Angle of Women With Hyperkyphosis (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 13(5):974-987. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.3251>

<https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.3251>

ABSTRACT

Background and Aims People with hyperkyphosis have respiratory disorders and shortness of breath, which is associated with reduced oxygen supply and metabolic capacity of peripheral muscles, and quick fatigue. This study aimed to determine the effect of corrective and aerobic exercises on the aerobic performance and kyphosis angle of people with hyperkyphosis.

Methods In this study, 32 women aged 30-55 years with hyperkyphosis (a kyphosis angle >40 degrees) in Rasht, Iran, were purposefully selected and randomly divided into four groups of 8 (control, aerobic exercise, corrective exercise, and combined exercise). Aerobic exercises (running on a treadmill) and corrective exercises (stretching, mobility and strengthening) were performed for 6 weeks. Before and after the exercises, the kyphosis angle was measured with a flexible ruler, and aerobic performance was measured by the modified Bruce test. The analysis of covariance was used to evaluate the effect of exercises on the variables. Paired T-test was used to compare the data before and after the exercises. The significance level was set at 0.05. SPSS software, version 23 was used for data analysis.

Results Corrective exercises ($P=0.023$), aerobic exercises ($P=0.020$), and their combination ($P=0.002$) had a significant effect on aerobic performance. Aerobic exercises had no significant effect on the kyphosis angle ($P=0.131$), but the combined ($P=0.001$) and corrective ($P=0.001$) exercises had a significant effect on reducing the kyphosis angle.

Conclusion Six weeks of aerobic and corrective exercises and their combination have a significant positive effect on the aerobic performance of women with hyperkyphosis, where the combined exercises have the greatest effect. Also, corrective and combined exercises can significantly reduce the kyphosis angle of these women.

Keywords Aerobic exercise, Corrective exercise, Kyphosis

Received: 01 Feb 2024

Accepted: 25 Mar 2024

Available Online: 21 Nov 2024

* Corresponding Author:

Mohadese Golzar Jannat

Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Guilan, Rasht, Iran.

Tel: +98 (919) 467828

E-Mail: mohadesegolzar1376@gmail.com



Copyright © 2024 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

Physical health is of particular importance for performing the activities of daily living. Any change (negative or positive) can affect the aspects of life. The curvature changes in thoracic kyphosis (distance between the first and twelfth vertebra) more than 40 degrees is called hyperkyphosis, which is a common type of spine curvature disorder that occurs when large external loads are applied to the spine of people who are in an upright position and have poor overall muscle strength. This deformity limits the range of motion of the upper limbs and reduces the range of thoracic extension. In this deformity, the anterior muscles of the chest, such as pectoralis major and minor muscles, become tight and the posterior muscles of this region, such as the extensors of the spine such as erector spinae and rhomboids, become weak, which leads to muscle imbalance in the upper trunk.

In old age, hyperkyphosis is very common, may be due to reasons such as erosion of vertebral ligaments, weakness or decrease in muscle mass, postural control disorders, compression fracture of vertebrae or destruction of vertebral discs. People with hyperkyphosis have respiratory disorders or shortness of breath, which is associated with reduced oxygen supply and metabolic capacity of peripheral muscles and premature fatigue.

Exercise therapy is one of the most common correction methods for hyperkyphosis. The use of aerobic exercises is effective for restoring lung capacities, increasing the quality of life, and improving body structure, and if done regularly, planned, and concurrently with corrective exercises, they can have a significant positive effect on the improvement of hyperkyphosis. The findings about the combined effect of aerobic and corrective exercises are conflicting and limited. This study aims to investigate the effect of combining aerobic and corrective exercises on the aerobic performance and kyphosis angle of women with hyperkyphosis.

Materials and Methods

This is a quasi-experimental study. The study population consisted of women with hyperkyphosis from Rasht, Iran. The inclusion criteria were age 30-55 years, kyphosis angle >40 degrees, no cardio-respiratory problems, and no history of regular sports activity. In this regard, 32 women were randomly divided into four groups of 8 (control, aerobic exercise, corrective exercise, and combined exercise).

Aerobic performance was measured by the modified Bruce test. Subjects performed the test on a treadmill (model GXT-500) started at a gentle pace and slope. The heart rate was continuously recorded during the test by a heart rate monitor (PM110, Beurer Co., Germany). The kyphosis angle was measured from T2 to T12 vertebrae using a 60-cm flexible ruler.

The aerobic exercise group performed the exercises at 3 sessions per week for 30 minutes, including 10 minutes of warm-up, 30 minutes of the main exercises, and 5 minutes of cooling down. At the beginning of the intervention, aerobic exercises were performed by running on a treadmill with an intensity of 65% of the heart rate reserve (HRR) for 30 minutes, which increased during the training period and reached 75% of the HRR. Karvonen's method was used to estimate the maximum HRR. The corrective exercises included stretching, mobility and strengthening exercises, performed 3 sessions per week, each session for 60 minutes, including 10 minutes of warm-up and 5 minutes of cooling down. The overall duration of exercises was 6 weeks, performed in the evening at a specific time in a gym club.

At the end of the intervention, the kyphosis angle and aerobic performance were measured again. For the statistical analysis, the Shapiro-Wilk test was used to check the level of data normality, paired t-test was used to compare the results of groups at the pre-test and post-test phases, and the analysis of covariance was used to check the effect of the interventions on the variables. The significance level was set at 0.05. SPSS software, version 23 was used for data analysis, and Excel 2016 software was used to draw graphs.

Results

Corrective exercises ($P=0.023$), aerobic exercises ($P=0.020$) and their combination ($P=0.002$) had a significant effect on aerobic performance. Aerobic exercises had no significant effect on the kyphosis angle ($P=0.131$), but the combined ($P=0.001$) and corrective ($P=0.001$) exercises had a significant effect on reducing the kyphosis angle.

Conclusion

Six weeks of aerobic and corrective exercises and their combination have a significant positive effect on the aerobic performance of women with hyperkyphosis, where the combined exercises have the greatest effect. Also, corrective and combined exercises can significantly reduce the kyphosis angle of these women.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles, such as the informed consent of the participants, their confidentiality, and their right to leave the study, were considered. Ethical approval was obtained from the Ethics in Research Working Group at the [Sport Sciences Research Institute](#) (Code: IR.SSRI.REC.2307.2305).

Funding

This article was extracted from the master's thesis of Mohadese Golzar Jannat. This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for profit sectors.

Authors' contributions

The authors contributed equally to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors thank all participating women for their cooperation.



اثر تمرینات هوازی و اصلاحی بر عملکرد هوازی زنان با هایپر کایفوز وضعیتی

*محدئه گلزار جنت^۱، ارسلان دمیرچی^۱، علی شمسی ماجلان^۲

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۲. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation: Golzar Jannat M, Damirchi A, Shamsi Majelan A. [Effect of Corrective and Aerobic Exercises on the Aerobic Performance and Kyphosis Angle of Women With Hyperkyphosis (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 13(5):974-987. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.3251>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.3251>

چکیده

مقدمه و اهداف: افراد مبتلا به هایپر کایفوز دارای اختلالات تنفسی و تنگی نفس می‌باشند که با کاهش فراهم‌سازی اکسیژن و ظرفیت متابولیکی عضلات محیطی و خستگی زودرس همراه است. هدف از این پژوهش، بررسی اثر تمرینات هوازی و اصلاحی بر عملکرد هوازی افراد با هایپر کایفوز وضعیتی است.

مواد و روش‌ها: ۳۳ زن (۳۰ تا ۵۵ ساله) با زاویه کایفوز بیشتر از ۴۰ درجه به‌صورت هدفمند انتخاب شدند و به‌طور تصادفی به ۴ گروه ۸ نفره (گروه کنترل، گروه تمرینات هوازی، گروه تمرینات اصلاحی، گروه تمرینات ترکیبی هوازی و اصلاحی) تقسیم شدند. تمرینات اصلاحی (شامل کششی، موبیلیتی، قدرتی) و تمرینات هوازی به مدت ۶ هفته اجرا شدند. قبل و بعد از مداخله، زاویه کایفوز با خط‌کش منعطف و عملکرد هوازی با تست بروس اندازه‌گیری شدند. برای ارزیابی اثر پیش‌آزمون و اثر تمرین بر متغیرهای گروه تمرین از آزمون آنکووا استفاده شد. برای مقایسه میانگین متغیرهای پژوهش قبل و بعد از پروتکل تمرینی از آزمون تی همبسته استفاده شد. آزمون‌های کواریانس و تی همبسته با سطح معناداری $P \leq 0.05$ انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه SPSS نسخه ۲۳ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تمرینات هوازی ($P=0/020$)، اصلاحی ($P=0/023$)، و ترکیبی آن‌ها ($P=0/002$) بر عملکرد هوازی تأثیر معنی‌دار داشتند. تمرینات هوازی ($P=0/131$) تأثیر معنی‌دار در زاویه کایفوز نداشتند. تمرینات اصلاحی ($P=0/001$) و ترکیبی ($P=0/001$) تأثیر معنی‌دار در کاهش زاویه کایفوز داشتند.

نتیجه‌گیری: تمرینات هوازی می‌توانند باعث بازسازی ظرفیت‌های ریوی و بهبود ساختار بدن شود که همراه با تمرینات اصلاحی، اثر مضاعفی در بهبود زاویه کایفوز دارد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، به نظر می‌رسد تمرینات هوازی و اصلاحی مورد استفاده در این پژوهش، برای بهبود زاویه کایفوز و عملکرد هوازی مؤثر بوده و می‌توان از آن‌ها بهره برد.

کلیدواژه‌ها: اصلاحی، تمرینات هوازی، کایفوز

تاریخ دریافت: ۱۲ بهمن ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۰۶ فروردین ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۰۱ آذر ۱۴۰۲

* نویسنده مسئول:

محدئه گلزار جنت

نشانی: رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی.

تلفن: ۴۶۷۸۲۸ (۹۱۹) ۹۸+

رایانامه: mohadesegolzar1376@gmail.com



Copyright © 2024 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 و اهداف

افراد مبتلا به هایپر کایفوز دارای اختلالات تنفسی و تنگی نفس هستند که با کاهش فراهم‌سازی اکسیژن و ظرفیت متابولیکی عضلات محیطی و خستگی زودرس همراه است. تمرین‌درمانی از رایج‌ترین روش‌های اصلاحی هایپرکایفوز است [۸]. تمرینات اصلاحی یکی از روش‌های رایج برای اصلاح ناهنجاری‌های سر جلو، شانه جلویی و افزایش کایفوز قفسه سینه است. تمرینات کششی و قدرتی با هدف اصلاح وضعیت و همچنین کاهش درد ناشی از اصلاح وضعیت بدن انجام می‌شود. هدف هر برنامه اصلاح وضعیت بدنی، بازگرداندن تعادل عضلانی و عادی‌سازی دامنه حرکتی مفصل است [۹].

تمرینات اصلاحی ۳ هدف را دنبال می‌کنند؛ اول بهبود هایپرکایفوز قفسه سینه، دوم به تأخیر انداختن پیشرفت آن و سوم کاهش عوارض ناشی از هایپرکایفوز [۱۰]. گفته شده است که استفاده از تمرینات هوازی برای بازسازی ظرفیت‌های ریوی، افزایش کیفیت زندگی و بهبود ساختار بدن مؤثر است و اگر به‌صورت منظم، برنامه‌ریزی شده و هم‌زمان با تمرینات اصلاحی باشند می‌توانند اثر مثبت معناداری بر بهبود اختلال هایپرکایفوز داشته باشند [۱۱]. مداخلات مبتنی بر ورزش ممکن است، شامل تقویت عضلات ستون فقرات، تمرینات ثبات مرکزی و همچنین تمرینات کششی باشد. تقویت عضلات ستون فقرات به تمرینات تحمل وزن و تمرینات مقاومتی ستون فقرات اشاره دارد. افزایش قدرت عضلات ستون فقرات، به حفظ ستون فقرات در وضعیت عمودی کمک می‌کند [۱۲].

تمرینات ثبات مرکزی را می‌توان به‌عنوان توانایی سیستم عصبی-عضلانی برای کنترل موقعیت و حرکت تنه بر روی لگن و پاها به‌منظور امکان تولید، انتقال و کنترل بهینه نیروها و همچنین حرکت برای ایجاد ثبات با کنترل ستون فقرات توصیف کرد [۱۳]. تمرینات کششی نوعی از تمرینات درمانی هستند که انعطاف‌پذیری ستون فقرات را با طول کردن ساختارهایی که کوتاه شده‌اند و به مرور زمان کم حرکت شده‌اند، بهبود می‌بخشند [۱۴]. اهداف تمرینات اصلاحی شامل کاهش درد ستون فقرات، کاهش وضعیت هایپرکایفوتیک، افزایش تحرک ستون فقرات و همچنین بهبود کیفیت زندگی فرد است. هدف پروتکل‌های ورزشی، اصلاح وضعیت بدن، افزایش قدرت عضلات بازکننده پشت و همچنین افزایش ثبات مرکزی تنه است [۱۰].

در پژوهشی که توسط سنتیل و همکاران بر روی افراد ۳۵ تا ۵۵ سال مبتلا به هایپرکایفوز انجام شد، پس از ۸ هفته تغییر معناداری در پاسچر و طول عضله سینه‌ای کوچک در هر دو گروه (تمرینات اصلاحی و تمرینات معمولی) مشاهده شد [۱۵]. حقیقی و همکاران، تأثیر تمرینات عضلات تنفسی بر قوس سینه‌ای، حجم دمی و استقامت قلبی تنفسی پسران مبتلا به هایپرکایفوز را مورد مطالعه قرار دادند. گروه آزمایش، تمرینات اصلاحی و تمرینات عضلات تنفسی را انجام دادند و گروه کنترل

سلامت جسمانی و داشتن وضعیت بدنی مطلوب برای پیشبرد زندگی روزمره افراد از اهمیت خاصی برخوردار است و هرگونه تغییر به‌صورت منفی یا مثبت بر همه ابعاد زندگی اثرگذار خواهد بود. به شکل نرمال قسمت‌های مختلف بدن به گونه‌ای آرایش یافته‌اند که با تحمل کمترین فشار و با کمک قسمت‌های مختلف بدن قامت را حفظ کرده و یا در مقابل فشارهای وارده و یا شرایط استرس‌زا، وزن بدن و شکل طبیعی قامت را به‌خوبی حفظ کنند [۱]. فاصله بین مهره اول پشتی تا مهره دوازدهم را ناحیه کایفوز سینه‌ای نامیده‌اند که اگر این انحنا بیشتر از زاویه نرمال (۴۰ درجه) تغییر شکل دهد اصطلاحاً هایپر کایفوز نامیده می‌شود. این ناهنجاری هم‌زمان با افزایش انحنای ناحیه سینه‌ای، دور شدن کتف‌ها و گرد شدن شانه‌ها ظاهر می‌شود [۲].

هایپرکایفوز وضعیتی یک نوع اختلال شایع انحنای ستون فقرات است و زمانی ایجاد می‌شود که بارهای خارجی زیادی به ستون فقرات افرادی که در وضعیت عمودی قرار دارند و قدرت کلی عضلانی ضعیفی دارند اعمال می‌شود. خم شدن غیرطبیعی ستون فقرات مانع از رشد احشا می‌شود و کایفوز قفسه سینه با تغییر عملکرد تنفسی همراه می‌شود [۳]. این ناهنجاری، محدوده تحرک اندام فوقانی را محدود می‌کند و محدوده کشش قفسه سینه را کاهش می‌دهد [۴]. در واقع در این ناهنجاری، عضلات قدامی ناحیه سینه‌ای مانند عضلات سینه‌ای بزرگ و کوچک رو به سفی و عضلات خلفی این ناحیه، مانند اکستنسورهای ستون فقرات رو به ضعف می‌روند که منجر به عدم تعادل عضلانی در ناحیه فوقانی تنه می‌شود [۵].

این ناهنجاری تغییرات اساسی در وضعیت نرمال قامتی و اسکلتی افراد پدید می‌آورد. نقص در عملکردهای حرکتی و جسمانی، اختلال در عملکرد ریوی، افزایش تنگی نفس، اختلال در تعادل، سقوط و افزایش احتمال شکستگی مهره‌ها از متداول‌ترین عوارض هایپرکایفوز وضعیتی هستند که در مواردی این اختلال موجب کاهش اتساع‌پذیری ریوی در افراد مبتلا می‌شود [۶]. در دوران سالمندی بیشتر شدن انحنای ستون فقرات سینه‌ای یا به عبارتی هایپرکایفوز بسیار شایع بوده و میزان بالای شیوع ممکن است به دلایلی، مانند فرسایش لیگامان‌های مهره‌ای، ضعف و یا کاهش توده عضلانی، اختلال کنترل پاسچر، شکستگی فشاری مهره‌ها و یا تخریب دیسک‌های مهره‌ای باشد. یکی از دلایل بالقوه کاهش عملکرد در افراد مبتلا ممکن است ناشی از اختلالات تنفسی و تنگی نفس باشد که به‌وسیله کاهش اکسیژن در دسترس باعث ایجاد اختلال در فرایند متابولیسم و زمینه‌ساز خستگی زودرس می‌شود [۷].

فقط تمرینات اصلاحی انجام دادند. بعد از ۱۲ هفته نتایج نشان داد حجم دمی و استقامت قلبی تنفسی در گروه آزمایش افزایش معناداری داشت، اما قوس سینه‌ای تغییر معناداری نداشت. آن‌ها نتیجه گرفتند احتمالاً تقویت عضلات تنفسی به تنهایی برای بهبود هایپر کایفوز کافی نیستند و در کنار آن استفاده از تمرینات اصلاحی توصیه می‌شود [۴].

تمرینات هوازی اثرات متعددی بر شاخص‌های مرتبط با سلامتی داشته و یافته‌ها در مورد اثرگذاری تلفیقی از تمرینات هوازی و اصلاحی ضدونقیض و محدود است. تمرینات اصلاحی می‌تواند سطح فعالیت بدنی را افزایش داده و این افراد را قادر به راه رفتن با حفظ وضعیت صحیح بدن و در نهایت بهبود تعادل عملکردی و ثبات وضعیت بدن آن‌ها کند. کنترل وضعیتی نیاز به ارتباط و تعامل بین سیستم عصبی و اسکلتی عضلانی دارد. عملکرد سیستم اسکلتی عضلانی شامل دامنه حرکتی مفصل، انعطاف پذیری ستون فقرات، ویژگی‌های عضلانی و روابط بیومکانیکی بین قسمت‌های مختلف بدن است. فعالیت بدنی نقش مهمی در اصلاح حرکات ایفا می‌کند، بنابراین می‌توان با به‌کارگیری و آموزش وضعیت بدنی مناسب، هماهنگی حرکتی بهتری با محیط اطراف به دست آورد [۱۶].

به‌صورت کلی، هم‌زمان با گرایش به سبک زندگی غیرفعال، افزایش وزن و کاهش توده عضلانی، اختلالات قامتی، مانند هایپر کایفوز نیز رشد چشمگیری داشته‌اند که هر ساله هزینه‌های مادی و معنوی بالایی را به همراه دارد. این عارضه یکی از دلایل اصلی سقوط و شکستگی استخوان‌ها در میان بزرگسالان است و سطح کیفیت زندگی و اعتماد به نفس را کاهش خواهد داد. با توجه به هزینه‌های بالای روش‌های تهاجمی مانند جراحی، استفاده از فعالیت منظم ورزشی و یا حرکات اصلاحی در حال حاضر مورد توجه جامعه علمی قرار گرفته است. در پژوهش حاضر برای اولین بار میزان اثرگذاری ترکیبی از تمرینات هوازی و حرکات اصلاحی برای بررسی احتمال نتیجه‌گیری مؤثرتر مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و کاربردی است. جامعه آماری را زنان دارای هایپر کایفوز شهرستان رشت تشکیل دادند. ابتدا فراخوان عمومی و سپس ثبت‌نام اولیه صورت گرفت. معیارهای ورود به پژوهش: سن ۳۰ تا ۵۵ سال، زاویه کایفوز بیشتر از ۴۰ درجه، نداشتن مشکلات قلبی تنفسی و نداشتن سابقه فعالیت

ورزشی منظم. با استفاده پرسش‌نامه اطلاعات فردی و اندازه‌گیری اولیه زاویه کایفوز ۳۵ نفر از نمونه‌ها مشخص و انتخاب شدند.

پس از تکمیل رضایت‌نامه و پرسش‌نامه‌ها (پرسش‌نامه سابقه پزشکی و پرسش‌نامه سلامت عمومی) ۳ نفر از آنان به دلیل داشتن مشکلات قلبی تنفسی حذف شدند. نفرات باقی‌مانده با اعلام آمادگی لازم از لحاظ روانی و جسمانی برای شرکت در پژوهش، در جلسه توجیهی که ۱ هفته قبل از شروع تست اولیه برگزار شد، شرکت کردند و در این جلسه نحوه اجرای تحقیق و نکات ضروری به‌صورت شفاهی به آنان داده شد. به این ترتیب ۳۲ نفر (میانگین تعداد نفرات انتخاب‌شده در مطالعات بررسی شده است) به‌طور تصادفی به ۴ گروه ۸ نفره (گروه کنترل، گروه تمرینات هوازی، گروه تمرینات اصلاحی و گروه تمرینات ترکیبی هوازی و اصلاحی) تقسیم شدند.

عملکرد هوازی با تست بروس تعدیل‌شده اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها پروتکل تعدیل‌شده بروس [۱۷] را روی تردمیل (مدل GXT-500) اجرا کردند. مراحل ابتدایی این پروتکل دارای سرعت و شیب ملایم است. تواتر ضربان قلب به‌طور پیوسته در طول اجرای آزمون به‌وسیله ضربان‌سنج (beurer مدل PM110 ساخت کشور آلمان) ثبت می‌شود. زمان پایان پروتکل تمرینی ویژه تا زمان بروز خستگی ارادی جهت تعیین عملکرد هوازی ادامه می‌یافت [۱۷]. اندازه‌گیری زاویه کایفوز از مهره T2 الی T12 با استفاده از خط‌کش منعطف ۶۰ سانتی‌متری انجام شد. ابتدا زواید خاری مهره‌های دوم (T2) و دوازدهم سینه‌ای (T12) شناسایی و به ترتیب به‌عنوان نقطه شروع و انتهای قوس، به‌وسیله لندمارک (برچسب دایره‌ای قرمز رنگ به قطر ۱ سانتی‌متر که قابل جدا شدن از روی پوست بود) مشخص شدند. سپس از آزمودنی خواسته شد تا به‌صورت کاملاً طبیعی و راحت در مقابل وسیله ثابت‌کننده ستون فقرات بایستد، به سمت جلو نگاه کند و وزنش را به‌طور یکسان بر روی دو پایش بیندازد (پاها به اندازه ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر از یکدیگر فاصله داشتند). در این حالت ۳۰ ثانیه صبر شد تا بدن فرد به وضعیت عادی و راحت خود برسد. آنگاه ۲ پایه برای ثبات ستون فقرات که طول و فاصله آن قابل تنظیم بود، در تماس با زائده خنجر جناغ سینه و سطح قدامی لگن قرار گرفت تا از جابه‌جا شدن فرد هنگام اندازه‌گیری جلوگیری شود. سپس خط‌کش منعطف بر روی ستون فقرات سینه‌ای فرد قرار داده شد تا شکل قوس را به خود بگیرد. پس از ثابت شدن خط‌کش منعطف، بر روی ستون فقرات، نقاطی از آن که در تماس با قسمت میانی برچسب‌ها بود با مازیک

جدول ۱. پروتکل تمرین هوازی در طی ۶ هفته

گرم کردن	دویدن بر روی تردمیل	سرد کردن
۱۰ دقیقه	۳۰ دقیقه (۶۵-۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره)	۵ دقیقه

جدول ۲. پروتکل تمرین اصلاحی در طی ۶ هفته

متغیر	هفته اول		هفته دوم		هفته سوم		هفته چهارم		هفته پنجم		هفته ششم	
	موبیلیتی	قدرتی	موبیلیتی	قدرتی	موبیلیتی	قدرتی	موبیلیتی	قدرتی	موبیلیتی	قدرتی	موبیلیتی	قدرتی
ست	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
تکرار	۱۰	۶	۶	۸	۸	۱۵	۱۰	۱۰	۱۸	۱۲	۱۲	۱۵
زمان	۱۰	-	-	۱۲	-	-	۱۵	-	۲۰	-	-	۳۰

طب توانبخشی

موبیلیتی (تمرین‌های شماره ۲ و ۳) و ۲ حرکت مقاومتی بود (تمرین‌های شماره ۴ و ۵) بود (تصویر شماره ۱) [۱۸].

در بخش تجزیه و تحلیل آماری، برای بررسی سطح نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک^۱ استفاده شد. از آزمون تی همبسته برای مقایسه نتایج حاصل از جامعه آماری در مقطع زمانی پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. همچنین برای بررسی میزان اثرگذاری متغیر مداخله‌گر بر نتایج حاصل از آزمون کوواریانس استفاده شد. آزمون فرضیات در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد با $\alpha < 0.05$ انجام شد. همچنین برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه SPSS نسخه ۲۳ و برای ترسیم نمودارها از برنامه excel نسخه ۲۰۱۶ استفاده شد.

یافته‌ها

جدول شماره ۳، مشخصات جمعیت‌شناختی مانند سن × قد، وزن و شاخص توده بدن را در چهار گروه هوازی، ترکیبی، اصلاحی و کنترل نشان می‌دهد (تصویر شماره ۲). نتایج آزمون شاپیرو ویلک حاکی از طبیعی بودن توزیع داده‌ها بود. براساس یافته‌ها مداخلات ترکیبی، هوازی و اصلاحی منجر به بهبود معنادار عملکرد هوازی آزمودنی‌ها ($P \leq 0.05$) شد. یافته‌ها در بخش اثرگذاری مداخلات بر زاویه کایفوز نشان‌دهنده بهبود معنادار زاویه کایفوز در گروه مداخله ترکیبی و اصلاحی بود ($P \leq 0.05$). تمرینات هوازی اثر معناداری بر بهبود زاویه کایفوز نداشت.

علامت زده شد و بدون آنکه تغییری در شکل خط‌کش منعطف صورت گیرد، از روی بدن به آرامی و با دقت برداشته شد و بر روی کاغذ سفید گذاشته شد و انحنای قسمت محدب آن، روی کاغذ ترسیم و نقاط (T2) و (T12) روی آن علامت زده شد. برای محاسبه میزان زاویه کایفوز سینه‌ای از روی شکل به دست آمده از خط‌کش منعطف نیز به شیوه متداول عمل شد. فرایند مذکور ۱ بار دیگر بعد از برداشتن برچسب‌ها از روی نشانه‌های استخوانی تکرار شد و میانگین ۲ زاویه به دست آمده، به عنوان زاویه کایفوز سینه‌ای هر آزمودنی ثبت شد. با شروع مداخله، تمرینات هوازی (جدول شماره ۱) به مدت ۳۰ دقیقه دویدن بر روی تردمیل با شدت ۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره انجام شد که در طول دوره تمرینی افزایش یافت و به ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره رسید. به منظور تعیین حداکثر ضربان قلب ذخیره از روش کارونن استفاده شد. تمرینات به صورت ۳ جلسه در هفته و به مدت ۳۰ دقیقه بود که با ۱۰ دقیقه گرم کردن و ۵ دقیقه سرد کردن در کل ۴۵ دقیقه برای جلسه تمرین هوازی در نظر گرفته شد. تمرینات اصلاحی شامل تمرینات کششی، موبیلیتی و قدرتی بود (جدول شماره ۲) [۱۸] که به صورت ۳ جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه و شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی و ۵ دقیقه سرد کردن بود. کل مدت زمان تمرینات در طی ۶ هفته بود که عصرها در یک ساعت مشخص در باشگاه انجام شد. در پایان مداخله، زاویه کایفوز و عملکرد هوازی مشابه پیش‌آزمون اندازه‌گیری شدند.

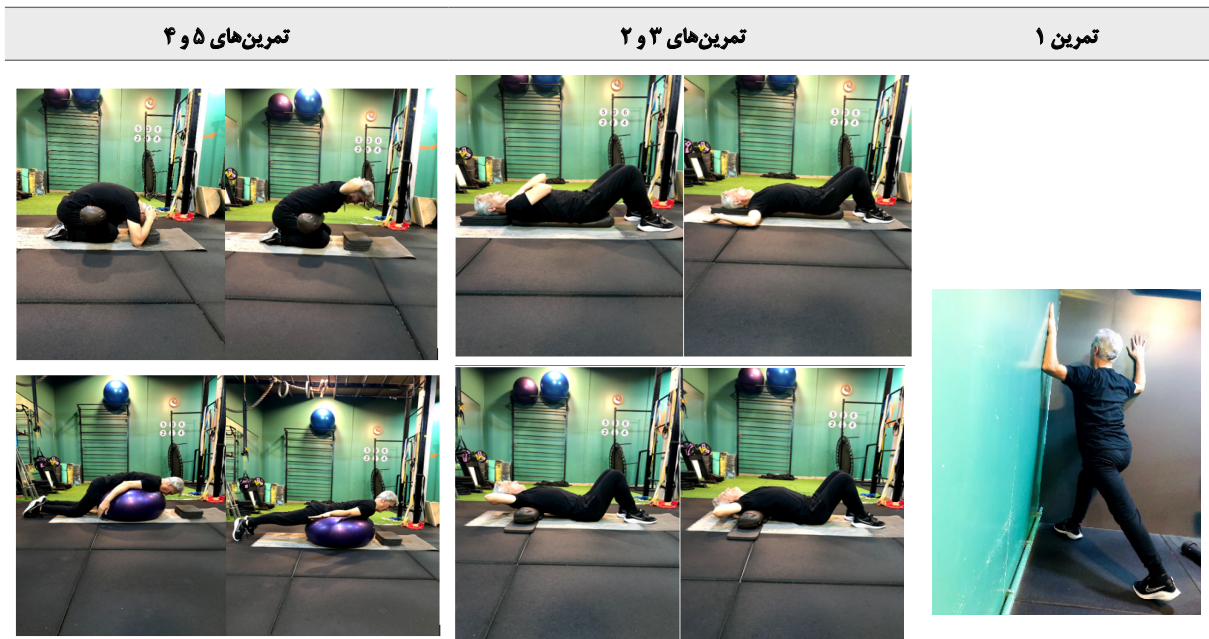
هر جلسه شامل ۱ حرکت کششی (تمرین شماره ۱)، ۱ حرکت

1. Shapiro-Wilk Test

جدول ۳. مشخصات فردی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه هوازی	گروه ترکیبی	گروه اصلاحی	گروه کنترل
سن	۲۸/۷±۷/۵	۳۹/۶±۶/۹	۴۴/۷±۷	۴۸/۲±۰/۵
قد	۱۶۳/۹±۸/۳	۱۶۲/۸±۲/۳	۱۶۴/۷±۲	۱۶۲/۸±۶/۳
وزن	۷۷/۹±۲	۷۷/۷±۲/۴	۷۰/۱۲±۱/۵	۷۱/۴±۱/۹
شاخص توده بدن	۲۹/۳±۸/۷	۲۶/۱±۸/۵	۲۵/۳±۷/۵	۲۸/۴±۲/۳

طب توانبخشی



تصویر ۱. پروتکل تمرین اصلاحی در طی ۶ هفته

طب توانبخش

همان‌طور که در جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود، تمرینات اصلاحی ($P=0/023$)، هوازی ($P=0/020$) و ترکیب آن‌ها ($P=0/002$) بر عملکرد هوازی تأثیر معنی‌دار داشتند که بیشترین اثر مربوط به تمرینات ترکیبی بود.

همان‌طور که در جدول شماره ۵ مشاهده می‌شود، تمرینات هوازی ($P=0/131$) تأثیر معنی‌دار در زاویه کایفوز نداشتند، ولی تمرینات ترکیبی ($P=0/001$) و اصلاحی ($P=0/001$) تأثیر معنی‌دار در کاهش زاویه کایفوز داشتند.

طبق نتایج پژوهش حاضر، تمرینات هوازی بر عملکرد هوازی زنان مبتلا به هایپر کایفوز وضعیتی مؤثر بوده است. پژوهشی با هدف بررسی تغییرات عملکرد ریوی و میزان اکسیژن مصرفی اوج بعد از یک دوره برنامه تمرینی هوازی انجام شد. بعد از ۶ هفته، نتایج نشان‌دهنده بهبود توانمندی و هماهنگی عضلات تنفسی (به‌ویژه عضلات بازدمی) آزمودنی‌ها بود که این اثرگذاری مثبت ممکن است ناشی از افزایش ظرفیت‌ها و حجم‌های ریوی، اوج اکسیژن ریوی، بهبود خون‌رسانی (اکسیژن‌رسانی) و یا بهبود عملکرد کیسه‌های هوایی ریوی باشد [۱۹].

هدف از این پژوهش، بررسی اثر تمرینات هوازی و اصلاحی بر عملکرد هوازی افراد با هایپر کایفوز وضعیتی بود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد ۶ هفته تمرینات هوازی و اصلاحی و ترکیب آن‌ها بر عملکرد هوازی تأثیر معنی‌دار دارد. همچنین تمرینات

بحث

جدول ۴. آماره‌های توصیفی عملکرد هوازی در گروه‌های پژوهش

اندازه اثر	آماره			پس آزمون	پیش آزمون	نوع مداخله
	p	df	t			
۰/۹۶۰	۰/۰۲۰	۷	-۲/۹۸	۱۸۷۳±۲/۶۵	۱۷/۵±۲/۵۳	هوازی
	۰/۰۰۲	۷	-۵/۰۱	۱۷/۳۶±۱/۱۸	۱۴/۲۳±۱/۷۹	ترکیبی
	۰/۰۲۳	۷	-۲/۹۰	۱۶/۶۶±۲/۲۲	۱۶/۰۲±۱/۰۵	اصلاحی
	۰/۳۵۱	۷	۱/۰۰۰	۱۷/۰۱±۲/۶۶	۱۷/۳±۲/۶۸	کنترل

طب توانبخش

جدول ۵. آماره‌های توصیفی زاویه کایفوز در گروه‌های پژوهش

نوع مداخله	پیش آزمون	پس آزمون	آماره		
			t	df	P
هوازی	۵۶/۶۳±۷/۱۸	۵۴/۲۷±۴/۸	۱/۷۲	۷	۰/۱۳۱
ترکیبی	۶۶±۱۰/۵۰	۵۱/۵۶±۵/۰۵	۵/۳۹	۷	۰/۰۰۱
اصلاحی	۶۵/۵۸±۱۲/۳۳	۵۲/۷۸±۱۰/۷	۶/۹	۷	۰/۰۰۱
کنترل	۵۷/۲۱±۸/۴۹	۶۲/۶±۶/۸۲	-۳/۱۸	۷	۰/۰۱۵

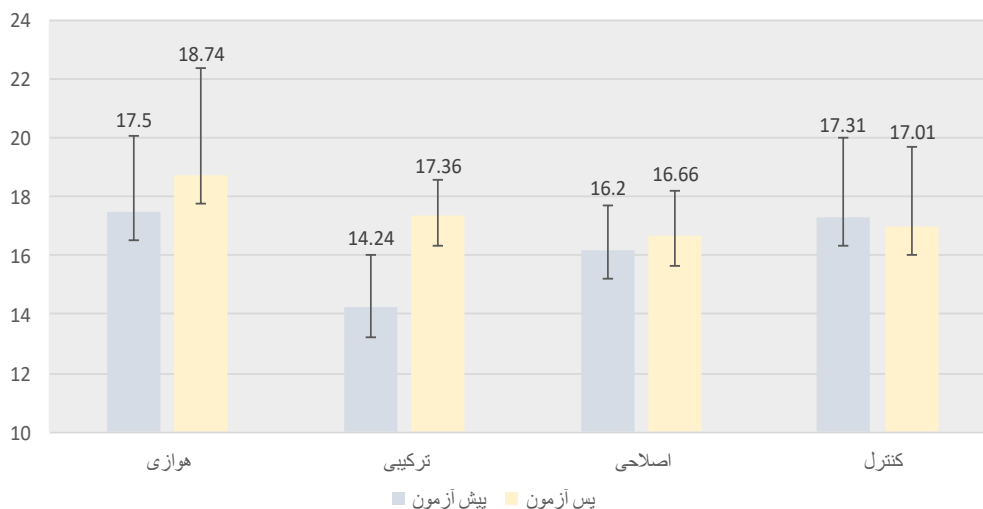
تفاوت معنی‌دار $P \leq 0/05$

طب توانبخشی

در اثر فعالیت هوازی، به دلیل افزایش تراکم میتوکندری، ظرفیت آنزیم‌های اکسایشی در عضلات، فعالیت آنزیم‌های زنجیره انتقال الکترون، فعالیت آنزیم‌های دخالت‌کننده در اکسایش چربی‌ها، خصوصاً آنزیم‌های چرخه بتااکسیداسیون و همچنین فعالیت لیپوپروتئین لیپاز و اکسیداسیون چربی‌ها افزایش می‌یابد [۲۱]. از دیگر نتایج پژوهش حاضر، تأثیر تمرینات اصلاحی و همچنین تمرینات ترکیبی (هوازی و اصلاحی) بر عملکرد هوازی زنان مبتلا به هایپرکایفوز وضعیتی بود. در پژوهش معماری و همکاران که با هدف سنجش اثر بخشی انجام ۶ هفته تمرینات اصلاحی هم‌زمان با تمرین عضلات تنفسی بر شاخص‌های قلبی و ریوی انجام شد، بعد از ۶ هفته نتایج نشان داد این برنامه تمرینی می‌تواند ظرفیت‌های تنفسی بیماران مبتلا به هایپر کایفوز را بهبود بخشد. تحقیقات نشان داده است مبتلایان به کایفوز، در اندام فوقانی با محدودیت حرکتی مواجه‌اند و میزان اتساع‌پذیری قفسه سینه آن‌ها کاهش می‌یابد [۲۲].

در پژوهش محمد دوست و همکاران که تأثیر تمرینات هوازی با شدت ثابت و متغیر را بر ترکیب بدن، برخی عوامل فیزیولوژیک و انعقادی زنان میانسال دارای اضافه‌وزن بررسی کردند، نتایج نشان داد بعد از ۸ هفته، حداکثر اکسیژن مصرفی در هر دو گروه تمرین هوازی با شدت ثابت و متغیر افزایش معنی‌دار داشت [۲۰] که با نتایج پژوهش ما در رابطه با اثرگذاری تمرینات هوازی بر حداکثر اکسیژن مصرفی همسو است. بهبود عملکرد هوازی نشان از سازگاری دستگاه‌های قلبی عروقی، عضلانی و متابولیک در فعالیت ورزشی هوازی دارد. افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی در اثر تمرین، احتمالاً به دلیل افزایش ظرفیت هوازی عضلات، افزایش در میزان کل هموگلوبین، افزایش سوخت چربی، افزایش حجم پایان دیاستول، کاهش حجم پایان سیستول و افزایش حجم ضربه‌ای است. علاوه بر آن براساس نتایج، افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی را می‌توان ناشی از افزایش تفاوت اکسیژن خون سرخرگی سیاهرگی به‌عنوان معیاری برای بررسی کارایی فرآیند حمل اکسیژن به بافت و استفاده آن استفاده می‌شود هر چقدر این تفاوت بیشتر باشد کارایی نیز بیشتر است [۲۰].

عملکرد هوازی



تصویر ۲. عملکرد هوازی

طب توانبخشی

و همکاران و تاراسی و همکاران همسو است. همان طور که گفته شد یکی از عوامل بروز هایپر کایفوز ضعف قدرت عضلانی ستون فقرات و عضلات راست کننده است. در پژوهشی که با موضوع اثرگذاری تمرینات قدرتی (ایزومتریک) بر کاهش زاویه کایفوز انجام پذیرفت، در نهایت به این نتیجه رسیدند که افزایش قدرت عضلات راست کننده ستون فقرات نقش حیاتی در حفظ شکل طبیعی قامت دارند و اضافه بر آن تقویت و تمرین دادن این عضلات به گونه‌ای که موجب افزایش قدرت آن‌ها شود، در بهبود زاویه کایفوز افراد مبتلا مؤثر خواهد بود. به صورت کلی، حرکات اصلاحی شامل حرکات کششی، تمرینات قدرتی و تمرینات تسهیل عصبی عضلانی می‌شود که اگر بر حسب نیازهای شخصی و درجه آسیب افراد شخصی سازی شوند می‌توانند بهبود معناداری در زاویه کایفوز، افزایش اعتماد به نفس، افزایش کیفیت زندگی و طول عمر افراد مبتلا داشته باشند [۶].

نتایج حاکی از آن است که تمرینات هوازی به تنهایی اثری بر بهبود زاویه کایفوز ندارند و در پژوهش ما نیز این گونه بود. از طرفی، انجام تمرینات اصلاحی نیز ممکن است به تنهایی تأثیر کافی بر عملکرد هوازی افراد مبتلا به هایپر کایفوز را نداشته باشد. در همین راستا در مطالعه‌ای با بررسی ۲ نوع برنامه تمرین اصلاحی ساختاری و اصلاحی هوازی در افراد مبتلا به کایفوز، نشان دادند مقادیر تنفسی افراد مبتلا به ناهنجاری، در سطح پایین تری قرار دارد و با انجام تمرینات اصلاحی باز هم شاخص‌های تنفسی افزایش معناداری نداشته است [۲۷].

ساکو و همکاران به بررسی ارتباط بین استقامت قلبی تنفسی و کنترل پاسچر پویا با زاویه کایفوز سینه‌ای پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان دهنده رابطه منفی معنی دار میان استقامت قلبی عروقی و زاویه کایفوز سینه‌ای است. از این رو اثرگذاری بر توانایی قلبی عروقی و پاسچر پویا با استفاده از هر مداخله‌ای ممکن است موجب بهبود زاویه کایفوز سینه‌ای شود [۲۸].

حقیقی و همکاران، تأثیر تمرینات عضلات تنفسی بر قوس سینه‌ای، حجم دمی و استقامت قلبی تنفسی پسران مبتلا به هایپر کایفوز را مورد مطالعه قرار دادند. بعد از ۱۲ هفته، نتایج نشان داد زاویه کایفوز کاهش معنادار و حجم دمی و استقامت قلبی تنفسی در گروه آزمایش افزایش معناداری داشت. آن‌ها نتیجه گرفتند احتمالاً تقویت عضلات تنفسی به تنهایی برای بهبود هایپر کایفوز کافی نیستند و در کنار آن استفاده از تمرینات اصلاحی توصیه می‌شود [۴].

نتایج پژوهش ما در رابطه با اثرگذاری ترکیب تمرینات هوازی و اصلاحی در بهبود عملکرد هوازی و زاویه کایفوز با پژوهش ساکی و همکاران، معماری و همکاران و حقیقی و همکاران همسو است. گرچه تفاوت‌هایی نظیر سن و جنس آزمودنی‌ها، نوع و شدت و مدت زمان تمرینات وجود دارد، به نظر می‌رسد ترکیب این

در پژوهشی که بر همین موضوع متمرکز بود عنوان شد کاهش عملکرد ریوی و چرخه طبیعی تنفسی ممکن است ناشی از کاهش کامپلیانس ریوی و آتروفی عضلات بین دنده‌ای باشد که در بلندمدت منجر به کاهش عملکرد روزمره فرد مبتلا می‌شود [۲۳]. از این رو به نظر می‌رسد که تمرینات هوازی در بهبود اختلالات ناشی از هایپر کایفوز مؤثر باشند. تمرینات هوازی با اثرگذاری بر عضلات تنفسی موجب افزایش توان حداکثر ریه‌ها، افزایش قدرت عضلات تنفسی، کاهش تواتر تنفس هنگام فعالیت و افزایش میزان تهویه حداکثری و در نهایت بهبود عملکرد جسمانی افراد می‌شوند. گفته شده است تمرینات هوازی می‌تواند توان عضلات تنفسی را ۳۰ تا ۵۰ درصد افزایش داده و همچنین موجب بهبود ظرفیت تهویه‌ای و کاهش زاویه کایفوز در مبتلایان به هایپر کایفوز شود [۲۴].

در رابطه با بهبود زاویه کایفوز، نتایج پژوهش حاضر نشان دهنده تأثیر تمرینات اصلاحی و ترکیبی بر بهبود زاویه کایفوز در زنان مبتلا به هایپر کایفوز وضعیتی بود. در پژوهش صیدی و همکاران که با هدف بررسی ۱۰ هفته تمرینات اصلاحی بر بهبود زاویه کایفوز مردان و زنان به انجام رسید، به این نکته اشاره شد که میانگین بهبود زاویه کایفوز در تحقیقات مختلف پیشین عددی بین ۲ تا ۳ درجه بوده است، اما در این پژوهش آزمودنی‌ها بعد از طی کردن یک دوره ۱۰ هفته‌ای از حرکات اصلاحی، میانگین بهبود ۴ درجه‌ای را ثبت کردند. باتوجه به بیان محقق اثرگذاری بیشتر این برنامه‌های اصلاحی به دلیل شخصی سازی حرکات بر حسب نیازهای فردی شرکت کننده و دنبال کردن و نظارت مستقیم روند تمرینی آن‌ها توسط محقق بوده است [۱۸].

در پژوهش جانگ و همکاران که با موضوع اثر یک برنامه ویژه اصلاحی (تقویت تنفس، تحرک قفسه سینه و ثبات پاسچر) بر وضعیت تعادل و بهزیستی زنان سالمند بالای ۶۵ به انجام رسید، عنوان شد اجرای تمرینات اصلاحی به مدت ۸ هفته ممکن است منجر به بهبود معنادار مشخصه‌های مرتبط با بهزیستی، تعادل و وضعیت ستون فقرات شود. محقق از این روش تمرینات به عنوان روشی کارآمد در مواجهه با هایپر کایفوز وضعیتی در زنان سالمند بالای ۶۵ سال نام برده است [۲۵]. مطالعه تاراسی و همکاران با موضوع بررسی اثرگذاری تمرینات تقویت کننده ستون فقرات به انجام رسید. بعد از ۱۲ هفته نتایج نشان دهنده اثرگذاری معنادار تمرینات تقویت کننده ستون فقرات در کاهش زاویه کایفوز سینه‌ای گروه آزمایش بود [۲۶].

در پژوهش همایون نیا و همکاران اثر یک دوره تمرینات اصلاحی بر وضعیت بدنی والیالیست‌های نوجوان مورد بررسی قرار گرفت. پس از ۱۰ هفته نتایج نشان داد این تمرینات بر ناهنجاری‌های کایفوز و سر به جلو و غیره تأثیر بسزایی داشته است [۹]. نتایج پژوهش ما در رابطه با اثرگذاری تمرینات اصلاحی بر کاهش زاویه کایفوز با نتایج صیدی و همکاران، جانگ

تمرینات در افرادی که هایپر کایفوز وضعیتی دارند مؤثرتر است. عدم بررسی ناهنجاری‌های دیگر آزمودنی‌ها از محدودیت‌های تحقیق حاضر است.

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، بعد از ۶ هفته تمرینات هوازی و اصلاحی و ترکیب آن‌ها، بهبود معنی‌دار در عملکرد هوازی افراد مبتلا به هایپر کایفوز مشاهده شد که تمرینات ترکیبی بیشترین اثرگذاری را داشتند. همچنین کاهش معنی‌دار در زاویه کایفوز در نتیجه تمرینات اصلاحی و ترکیبی مشاهده شد. باتوجه به اهمیت سلامت جسمانی و آمادگی بدنی افراد و باتوجه به افزایش نرخ سالمندی در همه دنیا انتظار می‌رود بیماری‌های مرتبط با سالمندی به یکی از بزرگ‌ترین مشکلات جوامع بدل شوند، از این‌رو توجه به شیوه‌های پیشگیری و درمان این اختلالات باید بیشتر مورد توجه محققان و مربیان ورزشی قرار گیرد. بنابراین می‌توان از این پروتکل‌ها برای بهبود این ناهنجاری و فاکتورهای مرتبط با آن بهره برد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل دانشگاه گیلان در نظر گرفته شده است و کد اخلاق به شماره IR.SSRI.REC.2307.2305 از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد محدثه گلزار جنت‌گرایش فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه گیلان بود.

مشارکت‌نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی بخش‌های این مقاله مشارکت یکسان داشته‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

قدردانی و تشکر

نویسندگان از همه زنان شرکت‌کننده به خاطر همکاری‌شان تشکر می‌کنند.

References

- [1] Mashhadi M, Ghasemi G, Zolaktaf V. [Effect of combined training exercises on the thoracic kyphosis and lumbar lordosis of mentally retarded adolescents (Persian)]. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2012; 8(1):192-201. [Link]
- [2] Alizadeh M, Gheitasi M. Fundamental concepts of corrective exercises. *Sport Science Research Center*. 2019; 23(2):148-63. [Link]
- [3] Feng Q, Wang M, Zhang Y, Zhou Y. The effect of a corrective functional exercise program on postural thoracic kyphosis in teenagers: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2018; 32(1):48-56. [DOI:10.1177/0269215517714591] [PMID]
- [4] Haghighi M, Hamledari A, Ghasemikahrizangi G. The effect of inspiratory muscle training on the thoracic spine curve, inspiratory volume and cardio-respiratory endurance in boys with hyper-kyphosis. *International Journal of Health Studies*. 2020; 6(2). [DOI:10.22100/ijhs.v6i2.739]
- [5] Torabi Nia E, Babakhani F, Baluchi R. [Selected muscles electromyography activity in kyphosis corrective exercises with and without head retraction (Persian)]. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2019; 8(3):188-98. [DOI:10.22037/jrm.2019.111466.2012]
- [6] Amini M, Alizadeh M, Jamali Brayjani S. [A review of corrective exercise protocols in people with hyperkyphosis disorders (Persian)]. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*. 2020; 9(3):96-107. [DOI:10.22038/jpsr.2020.51241.2153]
- [7] Naderi A, Rezvani MH, Shaabani F, Bagheri S. [Effect of kyphosis exercises on physical function, postural control and quality of life in elderly men with hyperkyphosis (Persian)]. *Iranian Journal of Ageing*. 2019; 13(4):464-79. [DOI:10.32598/SJA.13.4.464]
- [8] Lorbergs AL, O'Connor GT, Zhou Y, Trivison TG, Kiel DP, Cupples LA, et al. Severity of kyphosis and decline in lung function: The framingham study. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*. 2017; 72(5):689-94. [PMID]
- [9] Firouzjah MH, Firouzjah EMAN, Ebrahimi Z. The effect of a course of selected corrective exercises on posture, scapulo-humeral rhythm and performance of adolescent volleyball players with upper cross syndrome. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2023; 24(1):489. [DOI:10.1186/s12891-023-06592-7] [PMID]
- [10] Duangkaew R, Bettany-Saltikov J, van Schaik P, Kandasamy G, Hogg J. PROTOCOL: Exercise interventions to improve back shape/posture, balance, falls and fear of falling in older adults with hyperkyphosis: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews*. 2020; 16(3):e1101. [DOI:10.1002/cl.1101] [PMID]
- [11] Fuschillo S, De Felice A, Martucci M, Gaudiosi C, Pisano V, Vitale D, et al. Pulmonary rehabilitation improves exercise capacity in subjects with kyphoscoliosis and severe respiratory impairment. *Respiratory Care*. 2015; 60(1):96-101. [DOI:10.4187/respcare.03095] [PMID]
- [12] Ball JM, Cagle P, Johnson BE, Lucasey C, Lukert BP. Spinal extension exercises prevent natural progression of kyphosis. *Osteoporosis International*. 2009; 20(3):481-9. [DOI:10.1007/s00198-008-0690-3] [PMID]
- [13] Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*. 2006; 36(3):189-98. [DOI:10.2165/00007256-200636030-00001] [PMID]
- [14] Kisner C, Colby LA, Borstad J. *Therapeutic exercise: Foundations and techniques*. Pennsylvania: Fa Davis; 2017. [Link]
- [15] Senthil P, Sudhakar S, Radhakrishnan R, Jeyakumar S. Efficacy of corrective exercise strategy in subjects with hyperkyphosis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2017; 30(6):1285-9. [DOI:10.3233/BMR-169668] [PMID]
- [16] Sedaghati P, Ahmadabadi S, Goudarzian M. Evaluation of the durable effects of corrective exercises on the postural alignment and stability in hyperkyphotic elderly with a history of falls. *BMC Geriatrics*. 2022; 22(1):545. [DOI:10.1186/s12877-022-03210-4] [PMID]
- [17] Jalili M, Nazem F. [Evaluation of validity and reliability of diagnostic 6 minute walk test (6MWT) in the measurement of cardio-respiratory efficiency with gass exchange analysis in boys (Persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2017; 16(2):209-22. [DOI:10.22118/jsmj.2017.49246]
- [18] Seidi F, Rajabi R, Ebrahimi E, Alizadeh MH, Daneshmandi H. [The effect of a 10-week selected corrective exercise program on postural thoracic kyphosis deformity (Persian)]. *Sport Sciences and Health Research*. 2013; 5(1):5-22. [DOI:10.22059/jsmed.2013.32159]
- [19] Attarzadeh Hosseini SR, Hojati Oshtovani Z, Soltani H, Hossein Kakhk SA. [Changes in pulmonary function and peak oxygen consumption in response to interval aerobic training in sedentary girls (Persian)]. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*. 2012; 19(1):42-51. [Link]
- [20] Mohammad Doost M, Fathi M, Hejazi K. [The effect of aerobic exercise with constant and variable intensities on body composition, some physiological indicators and coagulation factors in middle aged overweight women (Persian)]. *Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility*. 2021; 24(3):51-61. [Link]
- [21] Taghian F, Kargarfard M, Kelishadi R. [Effects of 12 weeks aerobic training on body composition, serum homocysteine and CRP Levels in obese women (Persian)]. *Journal of Isfahan Medical School*. 2011; 29(149):1037-45. [Link]
- [22] Meamari H, Koushkie Jahromi M, Fallahi A, Sheikholeslami R. [Influence of structural corrective and respiratory exercises on cardiorespiratory indices of male children afflicted with kyphosis (Persian)]. *Archives of Rehabilitation*. 2017; 18(1):51-62. [DOI:10.21859/jrehab-180151]
- [23] Naderi A, Shaabani F, Malki F, Khosravi F. [Kinematic changes of body alignment resulting from backpack weight, location and carrying duration in 10 to 12 years old boy schoolchildren (Persian)]. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2017; 13(25):25-36. [DOI:10.22080/jaep.2017.1585]

- [24] McConnell AK. Respiratory muscle training as an ergogenic aid. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2009; 7(2):S18-S27. [DOI:10.1016/S1728-869X(09)60019-8]
- [25] Jang HJ, Hughes LC, Oh DW, Kim SY. Effects of corrective exercise for thoracic hyperkyphosis on posture, balance, and well-being in older women: A double-blind, group-matched design. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2019; 42(3):E17-E27. [DOI:10.1519/JPT.000000000000146] [PMID]
- [26] Tarasi Z, Rajabi R, Minoonejad H, Shahrbanian S. The effect of spine strengthening exercises and posture training on functional thoracic hyper kyphosis in young individuals. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*. 2019; 27(121):23-31. [DOI:10.30699/jambs.27.121.23]
- [27] Sayari AAA, Farahani AAF, Ghanbarzadeh M. [Study and comparison effect of structural corrective exercise and aerobic corrective exercise programs on some pulmonary indices of kyphotic students in Ahwaz Shahid Chamran University (Persian)]. *Olympic*. 2006; 14(3):61-9. [Link]
- [28] Saki F, Sedaghati P, Baghban M. [Correlation between the cardiorespiratory endurance, dynamic postural control and thoracic kyphosis angle among the students (Persian)]. *Fez Medical Sciences Journal*. 2017; 21(2):149-56. [Link]

