

Research Paper



# Comparison of 8 Weeks of Selected TRX Training and Weight Training on Improving Motor Function and Chronic Nonspecific Back Pain in Women Aged 35 to 55

\*Fatemeh Rezaei<sup>1,2</sup>

1. Department of Physical Education and Sports Sciences, Isfahan Branch (Khorasgan), Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
2. Social Security Organization.

Use your device to scan and read the article online



**Citation:** Rezaei F. Comparison of 8 Weeks of Selected TRX Training and Weight Training on Improving Motor Function and Chronic Nonspecific Back Pain in Women Aged 35 to 55 (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2024;10(2):104-120. <https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.10.2.383.1>

<https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.10.2.383.1>



**Article Info:**

**Received:** 30 Nov. 2023

**Accepted:** 7 August 2024

**Available Online:** 28 August 2024

**Keywords:**

TRX, Weight training, Pain, Motor function

## ABSTRACT

**Objective** The aim of this study was to compare the effects of 8 weeks of selected TRX exercises and weight training on improving motor function and chronic nonspecific low back pain in women aged 35 to 55 years.

**Methods** Thirty female patients with chronic nonspecific back pain, who were willing to participate in the study, were selected and divided into two groups: weight training (Age:  $44.20 \pm 7.46$  years, Height:  $1.65 \pm 0.03$  m, Weight:  $58.60 \pm 3.69$  kg, Body Mass Index:  $21.38 \pm 1.76$  kg/m<sup>2</sup>) and TRX (Age:  $47.26 \pm 5.86$  years, Height:  $1.66 \pm 0.02$  m, Weight:  $56.13 \pm 4.40$  kg, Body Mass Index:  $20.18 \pm 1.32$  kg/m<sup>2</sup>). After group assignment, kyphosis and lordosis were measured using a flexible ruler, and functional movement was assessed with the Functional Movement Screening (FMS) test. Pain levels were recorded using a pain questionnaire. Both groups performed their respective exercises for 8 weeks, with 3 sessions per week. Post-test measurements were conducted after the 8-week intervention. To analyze the data and determine any significant differences between group means at various stages, statistical methods such as analysis of covariance, paired t-tests, Mann-Whitney U tests, and Wilcoxon tests were used, depending on the normality of data distribution.

**Results** The results of this study demonstrated that both weight training ( $P \leq 0.01$ ) and TRX ( $P \leq 0.01$ ) programs significantly reduced pain, improved motor function, and decreased kyphosis and lordosis. When comparing the two training groups, no significant differences were observed except in the kyphosis variable ( $P = 0.002$ ), where a difference was found ( $P > 0.05$ ).

**Conclusion** Both types of exercises were effective in strengthening the trunk area, reducing pain, and addressing musculoskeletal disorders. These exercises appear to lower the risk of injury and enhance performance by improving motor function. Additionally, by applying theories that emphasize strengthening the core muscles and mobilizing the limbs, it can be concluded that participation in these exercises improves the performance of women suffering from musculoskeletal pain.

**\* Corresponding Author:**

**Fatemeh Rezaei**

**Address:** Department of Physical Education and Sports Sciences, Isfahan Branch (Khorasgan), Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

**Tel:** +98 (913) 8793940

**E-mail:** rezaei.f531718@gmail.com

## Extended Abstract

### 1. Introduction

Low back pain is a common problem worldwide, with most people experiencing it at least once in their lifetime. The 1-year incidence of first-time back pain is estimated to be between 6.3% and 15.4%, while the 1-year incidence of any episode of back pain ranges from 1.5% to 36% (1). In most individuals who experience activity-limiting back pain, the problem tends to recur. The initial onset of back pain typically occurs in the third decade of life, and its prevalence increases until around age 65, after which the incidence decreases (2). When the pain persists for more than 3 months, it is classified as chronic or continuous back pain (3), which can lead to disability, obesity, impaired strength, flexibility, endurance, and performance (4). Specifically, in terms of movement, the preferred walking speed in individuals with back pain decreases from 1.31 m/s in healthy individuals to 0.92 m/s in those with pain (5). This altered behavior is associated with a reduction in the range of motion of the scapula and pelvic girdle during walking (6). Alleviating back pain is crucial for improving performance. Therefore, given the challenges in treating back pain, the lack of consensus, and the limited evidence regarding the nature and role of changes in this condition, the need for research on the effectiveness of an eight-week TRX exercise program in patients with nonspecific chronic back pain is emphasized.

### 2. Methods

This research is a semi-experimental study conducted on 30 women aged 35 to 55 years with nonspecific chronic back pain, who were active in 6 sports clubs in Isfahan city. The subjects were selected based on availability and then assigned to two training groups. One of the inclusion criteria was the absence of any medical prohibition against exercise. Additionally, if a subject was unable to perform the exercises due to a problem, she was excluded from the study. At the beginning of the study, written consent was obtained from each participant to voluntarily take part in the research. Subsequently, the subjects' height, weight, and pain levels were assessed using a questionnaire. The degree of kyphosis and lordosis was measured with a flexible ruler, and their motor performance was evaluated using the Functional Movement Screening (FMS) test. After the initial evaluations, the training groups participated in a selected exercise program for 8 weeks, with 3 sessions per week. Post-test measurements were taken and recorded after the completion of the 8-week exercise regimen. For the experiment and inferential analysis of the data, as well as to determine possible differences between group means at various stages of the research, analysis of covariance and paired t-tests were used if the data distribution was normal. In cases of abnormal data distribution, the U-Mann-Whitney and Wilcoxon tests were applied to assess differences. Data analysis was performed using SPSS software, version 24, with a significance level set at  $P \leq 0.05$ .

### 3. Results

Considering the normality of the data related to movement function, kyphosis, and lordosis, as determined by the Shapiro-Wilk test, and the establishment of homogeneity of variance, which was investigated using Levene's test, analysis of covariance (ANCOVA) and paired t-tests were used to investigate the effect of training and compare the groups. The results of these analyses are presented in [Table 1](#).

The results of this study showed that both the weight training program ( $P \leq 0.01$ ) and TRX ( $P \leq 0.01$ ) had a significant effect on pain relief, motor function screening test scores, kyphosis, and lordosis. In comparing the two training groups, no significant difference was observed between them, except for the kyphosis variable ( $P = 0.002$ ), where a difference was detected ( $P > 0.05$ ).

### 4. Conclusion

Overall, the results of this research demonstrated that both weight training and TRX programs effectively reduced pain, decreased the kyphosis and lordosis angles, and improved motor performance screening test scores. Since both types of exercises target the trunk area, they not only reduce pain and musculoskeletal disorders but also appear to lower the risk of injury and enhance performance by improving movement

efficiency. Additionally, by incorporating exercises that strengthen the core muscles and promote limb movement, it can be concluded that participation in these programs improves the functional performance of women with musculoskeletal pain.

Table 1. Intra-group and Inter-group Differences Among Subjects Before and After the Training Protocol

Variable	group	intragroup difference				Differences between groups			
		pre-test	Post test	t	p	mean $\bar{y}$	f	p	Eta squared
Kyphosis (degree)	Working with weights	47.41 $\pm$ 2.11	45.35 $\pm$ 1.66	7.61	0.001	45.79	11.33	0.002	0.29
	TRX	48.66 $\pm$ 3.69	45.11 $\pm$ 2.78	9.71	0.001	44.67			
lordosis (degrees)	Working with weights	43.59 $\pm$ 3.98	42.60 $\pm$ 4.81	2.52	0.02	43.36	1.71	0.20	0.05
	TRX	45.16 $\pm$ 3.63	43.36 $\pm$ 2.94	4.53	0.001	42.60			
FMS	Working with weights	12.93 $\pm$ 1.33	14.80 $\pm$ 1.14	-6.42	0.001	14.64	0.70	0.40	0.02
	TRX	12.13 $\pm$ 1.18	14.86 $\pm$ 1.30	-6.70	0.001	15.02			
Variable Pain	group	pre-test	Post test	Z	P	Time	U	Z	P
	Working with weights	5.40 $\pm$ 0.63	3.53 $\pm$ 0.74	-3.46	0.001	pre-test	78.50	-1.51	0.16
	TRX	5.06 $\pm$ 0.70	3.06 $\pm$ 0.79	-3.53	0.001	Post test			

## Ethical Considerations

### Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be considered in this research.

### Funding

This research did not receive any financial support from government, private, or non-profit organizations.

### Authors' contributions


All authors equally contributed to preparing article.

### Conflicts of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest associated with this article.

## مقاله پژوهشی

## مقایسه ۸ هفته تمرینات منتخب TRX با تمرینات با وزنه بر بهبود عملکرد حرکتی و درد مزمن غیراختصاصی کمر زنان ۳۵ تا ۵۵ سال

\*فاطمه رضایی<sup>۱</sup> 

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

۲. سازمان تأمین اجتماعی.

## چکیده

**هدف:** پژوهش حاضر با هدف مقایسه ۸ هفته تمرینات منتخب TRX با تمرینات بدنسازی با وزنه بر بهبود عملکرد حرکتی و درد مزمن غیراختصاصی کمر زنان ۳۵ تا ۵۵ سال انجام شد.

**روش‌ها:** ۳۰ نفر که دارای درد مزمن غیراختصاصی کمر بوده و تمایل به شرکت در تحقیق مذکور را داشتند انتخاب و در دو گروه تمرین با وزنه (سن:  $44/20 \pm 7/46$  سال، قد:  $1/65 \pm 0/03$  متر، وزن:  $58/60 \pm 3/69$  کیلوگرم، شاخص توده بدنی:  $21/38 \pm 1/76$  کیلوگرم بر مترمربع) و TRX (سن:  $47/26 \pm 5/86$  سال، قد:  $1/66 \pm 0/02$  متر، وزن:  $56/13 \pm 4/40$  کیلوگرم، شاخص توده بدنی:  $20/18 \pm 1/32$  کیلوگرم بر مترمربع) قرار گرفتند. پس از تقسیم‌بندی در دو گروه ابتدا میزان کایفوز، لوردوز با خط کش منعطف و نمره غربالگری عملکرد حرکتی با کیت FMS، ارزیابی شد. همچنین با استفاده از شاخص ارزیابی بصری درد میزان درد افراد ثبت شد. این دو گروه ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه تمرینات منتخب را انجام دادند. در نهایت پس از پایان هشت هفته مجدداً اندازه‌گیری‌ها در پس‌آزمون انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل استنباطی داده‌ها و بیان تفاوت احتمالی بین میانگین گروه‌ها در مراحل مختلف تحقیق در صورت نرمال بودن توزیع داده‌ها از روش آماری تحلیل کوواریانس و آزمون تی همبسته، یو من ویتنی و ویلکاکسون استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج این مطالعه نشان داد هر دو برنامه تمرینی کار با وزنه ( $P \leq 0/01$ ) و TRX ( $P \leq 0/01$ ) تأثیر معنی‌داری در کاهش درد، آزمون غربالگری عملکرد حرکتی، کایفوز و لوردوز دارند. در مقایسه بین دو گروه تمرینی به غیر از متغیر کایفوز ( $P = 0/002$ ) در سایر متغیرها تفاوتی بین دو گروه تمرینی مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** از آنجایی که هر دو نوع تمرینات بر ناحیه تنه مؤثر بودند به نظر می‌رسد این تمرینات علاوه بر کاهش درد و اختلالات اسکلتی عضلانی با بهبود عملکرد حرکتی به کاهش احتمال ابتلا به آسیب‌دیدگی و بهبود عملکرد متقاضی کمک خواهد نمود. همچنین استفاده از این تمرینات با به‌کارگیری تئوری‌های تقویت عضلات ناحیه مرکزی بدن و حرکت اندام، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که شرکت در تمرینات عملکرد زنان با دردهای اسکلتی عضلانی را بهبود می‌بخشد.

## اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹ آذر ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۷ مرداد ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۷ شهریور ۱۴۰۳

## کلید واژه‌ها:

تی‌ار ایکس، تمرینات بدنسازی، درد، عملکرد حرکتی

\*نویسنده مسئول:

فاطمه رضایی

آدرس: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

تلفن: ۸۷۹۳۹۴۰ (۹۱۳) +۹۸

ایمیل: rezaei.f531718@gmail.com

## مقدمه

کمردرد مشکلی شایع در سطح جهانی است و اکثر مردم حداقل یک دوره از آن را در طول زندگی خود تجربه می‌کنند. شیوع اولین کمردرد بین ۶/۳ تا ۱۵/۴ درصد تخمین زده شده است (۱). در اکثر افرادی که کمردرد محدودکننده فعالیت را تجربه می‌کنند، این مشکل مجدداً عود می‌کند (۲). اولین بروز کمردرد اغلب در دهه سوم زندگی رخ می‌دهد و شیوع آن تا ۶۵ سالگی افزایش می‌یابد و پس از آن میزان این مشکل کاهش می‌یابد (۳). زمانی که درد بیش از ۳ ماه طول بکشد، به آن کمردرد مزمن یا مداوم می‌گویند (۴) که باعث ناتوانی منجر به چاقی، اختلال در قدرت، انعطاف‌پذیری، استقامت و عملکرد می‌شود (۵). به‌طور خاص در جنبه‌های حرکتی، سرعت راه رفتن انتخابی در کمردرد از ۱/۳۱ متر بر ثانیه در افراد سالم به ۰/۹۲ متر بر ثانیه در افراد مبتلا به درد کاهش می‌یابد (۶). این ویژگی رفتاری تغییر یافته با کاهش دامنه حرکت کتف و کمربند لگنی در طول راه رفتن همراه است (۷). همچنین برای داشتن یک زندگی سالم، الگوهای حرکتی و فعالیت روزانه که انسان به‌طور مداوم با آن سروکار دارد از جمله راه رفتن، بالا رفتن از پله، نشستن و ... بسیار حائز اهمیت می‌باشند. عملکرد حرکتی به معنای تولید و نگهداری انقباض عضلات در یک زنجیره حرکتی می‌باشد که در صورت داشتن الگوهای حرکتی نادرست افراد در معرض آسیب‌دیدگی قرار می‌گیرند. الگوی حرکتی مناسب نیازمند قدرت عضلانی، استقامت، انعطاف‌پذیری، هماهنگی و تعادل می‌باشد که برای اندازه‌گیری این فاکتورها از آزمون FMS استفاده می‌شود (۸) و ایجاد درد و اختلالات اسکلتی عضلانی ممکن است ضعف در این الگوهای عملکردی را در پی داشته باشد.

در زمینه کمردرد همچنین بیان شده عوامل بیولوژیکی متعددی از آسیب (فتق دیسک، تروما)، نقایص ساختاری (بدشکلی ستون فقرات همچون کایفوز، لوردوز و اسکولیوز)، تغییرات مرتبط با سن یا شغل (فشرده شدن ریشه عصبی، تنگی نخاع) و حتی عوامل بیولوژیکی غیرمستقیم مانند چاقی در ایجاد کمردرد نقش دارند که با اختلالات عملکردی در این افراد همراه است (۹) و نشان‌دهنده اهمیت انجام تمرینات مختلف جهت کاهش اختلالات ناشی از کمردرد است.

هدف درمانی در کمردرد کاهش تأثیر منفی درد، ناتوانی و از دست دادن عملکرد از طریق توان‌بخشی مناسب است (۱۰). مهم‌ترین اهداف توان‌بخشی برای بیماران کمردرد عبارت‌اند از کنترل درد، بازگرداندن عملکرد، اطمینان از عدم بروز نقص عملکردی در آینده، حفظ اشتغال و بهره‌وری و در مورد کمردرد حاد جلوگیری از کرونیفیکیشن<sup>۲</sup> (۱۰). چالش بزرگ در توان‌بخشی کمردرد، جمعیت گسترده و ناهمگونی آن است که دستیابی به پارادایم‌های مراقبت و توان‌بخشی عمومی که برای همه یا حتی بیشتر زیرجمعیت‌های کمردرد اعمال می‌شود را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۱).

از گذشته تا به الان تمرینات بدن‌سازی سنتی با هدف زیبایی‌شناختی محبوبیت زیادی بین افراد داشته است اما امروزه ورزش‌هایی که باعث افزایش سطح سلامتی، کیفیت زندگی و عملکردهای حرکتی می‌شوند بیشتر حائز اهمیت می‌باشند زیرا منجر به بهبود عملکرد در انجام وظایف، در ورزش، در محل کار، در کارهای روزمره و در لحظات اوقات فراغت می‌شود (۱۲).

امروزه از بین تمرینات درمانی مختلف تمرینات در سطوح ناپایدار نگرشی نو در حیطه ورزش و توان‌بخشی بیماران با دردهای مزمن ایجاد کرده است. مطالعات نشان داده است این تمرینات می‌تواند موجب کاهش درد، عادی ساختن الگوی پاسخ عضلات، بهبود توانایی تنظیمات پاسچر آسیب‌دیده، آموزش مجدد واحدهای حرکتی و همچنین سبب بهبودی قدرت و حس عمقی بیماران کمردرد با افزایش بار در زنجیره حرکتی بسته شود، اما به دلیل کمبود شواهد کافی در مورد برتری این روش تمرینی نسبت به روش‌های دیگر نمی‌توان به تأثیرگذاری مثبت تأکید کرد (۱۳). تمرینات در سطوح ناپایدار می‌تواند از طریق دستگاه‌ها یا تکنیک‌های مختلفی فراهم شود و محدود به برخی روش‌ها، نظیر توپ‌های بوسو و سوئیسی نیست. تمرینات TRX نیز به جمع تمرینات در سطوح ناپایدار

1. Low back pain
2. Chronification

اضافه شده است و استفاده از این سیستم برای بهبود عملکرد و کاهش درد بیماران با درد مزمن به طور فزاینده‌ای مورد توجه محققین می‌باشد (۱۴).

تمرینات تعلیقی نمونه‌ای از تمرینات عملکردی بر روی سطوح ناپایدارند که تحت شرایط دینامیک و با استفاده از اسلینگ (بند‌های تعلیقی آویزان که فرد با حمایت این بندها آویزان شده فشار از روی مهره‌ها برداشته تا اسپاسم عضلانی از بین رفته و درد کاهش یابد) انجام می‌شوند. این تمرینات، ترکیبی از حرکاتی هستند که به منظور توسعه قدرت، استقامت، هماهنگی عصبی-عضلانی، انعطاف‌پذیری، توان و ثبات مرکزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اکثر برنامه‌های تمرینات تعلیقی ترکیبی از فاکتورهای ذکر شده‌اند؛ بنابراین تمرینات تعلیقی را می‌توان در اکثر برنامه‌های توان‌بخشی، کاردرمانی، ورزش‌درمانی، تناسب‌اندام، بدنسازی، اوقات فراغت و نظامی به کاربرد. هنگام تمرین با TRX، بدن به عنوان یک سیستم هماهنگ و یکپارچه به کار گرفته می‌شود و هماهنگی عصبی-عضلانی یکی از اجزای کلیدی تمرینات TRX به شمار می‌رود هم‌چنین این تمرینات نیازمند یک حس از تعادل، برای ایجاد ثبات بدن بر روی یک سطح ناپایدار هستند؛ در نتیجه می‌توانند هماهنگی و فعال‌سازی دو طرفه سیستم عصبی-عضلانی را بهبود بخشند (۱۳). از طرفی دیگر با بررسی‌های انجام شده توسط محقق اثر تمرینات بدنسازی بر کمردرد به عنوان یک روش درمانی مورد بررسی قرار نگرفته است و لذا با توجه به چالش‌های پیش رو در جهت درمان کمردرد، عدم توافق و وجود شواهد و مستندات کافی در رابطه ماهیت و نقش تغییرات به وجود آمده در این بیماری ضرورت انجام تحقیق بررسی اثربخشی هشت هفته تمرینات TRX و مقایسه اثرات آن با تمرینات کار با وزنه بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی تأکید می‌شود.

## روش شناسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بوده که بر روی ۳۰ نفر از زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی گروه سنی ۳۵ تا ۵۵ سال فعال در ۶ باشگاه ورزشی شهر اصفهان انجام شد. آزمودنی‌ها به صورت در دسترس انتخاب و سپس در دو گروه تمرینی قرار گرفتند. از معیارهای ورود به تحقیق حاضر عدم شرکت در برنامه توان‌بخشی در ۶ ماه گذشته، وجود درد در ۱ سال گذشته، عدم وجود آسیب دیسک و مهره و نیز نداشتن منع پزشکی برای تمرینات بود؛ علاوه بر این عواملی اگر آزمودنی‌ای به خاطر مشکلی توانایی انجام تمرینات را نداشت از پژوهش خارج می‌شد. در شروع از آزمودنی رضایت‌نامه کتبی شرکت داوطلبانه در مطالعه اخذ شد و سپس قد، وزن و میزان درد آزمودنی‌ها به وسیله پرسشنامه ارزیابی شد؛ همچنین میزان کایفوز و لوردوز آزمودنی‌ها با خط کش منعطف و نمره آزمون غربالگری عملکرد حرکتی آن‌ها با FMS ارزیابی شد. پس از ارزیابی آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون، گروه‌های تمرینی تمرینات منتخب را به مدت ۸ هفته (سه جلسه در هر هفته) انجام دادند. در نهایت پس پایان هشت هفته تمرینات منتخب مجدداً اندازه‌گیری متغیرها در بازه پس‌آزمون انجام و ثبت شد.

## روش ارزیابی درد

جهت ارزیابی درد در این مطالعه از شاخص ارزیابی بصری درد استفاده شد. در این روش فرد بر روی یک خط کش که از یک تا ده نمره گزاری شده میزان کمردرد خود را مشخص کرد (۱۵). اعتبار و روایی آن عالی و پایایی داخلی آن  $ICC=0/91$  را نشان می‌دهد (۱۶).

## روش ارزیابی کایفوز و لوردوز

برای اندازه‌گیری انحنا پستی و کمری ستون فقرات از خط کش منعطف که دارای ویژگی‌هایی چون اندازه‌گیری سریع، ارزان و غیرتهاجمی بوده، استفاده شد. از افراد داوطلب شرکت‌کننده در این تحقیق خواسته شده که لباس‌های بالاتنه خود را خارج کنند تا محقق بتواند توسط مشاهده و لمس ستون فقرات توسط انگشتان، چهار مهره دوم پستی، دوازدهم پستی و اولین مهره کمری و دومین مهره خاجی را مشخص کند. برای یافتن مهره دومین مهره پستی به این صورت عمل شد، درحالی‌که بالاتنه شخص مورد آزمایش کاملاً برهنه بوده از وی خواسته شد در حالت ایستاده سرش را به جلو خم کند و برجسته‌ترین مهره او را که مهره هفتمین مهره گردنی بوده پیداکرده و با لمس کردن مهره‌ها توسط انگشتان دو مهره پایین‌تر از مهره هفتم گردنی که همان دومین مهره پستی بوده، علامت‌گذاری شد. سپس برای پیدا کردن مهره دوازدهم پستی از وی خواسته شد که دست‌هایش را روی لبه میز قرار داده و در حالت نیمه خم به جلو وزنش را بر روی دست‌هایش منتقل کند، به‌طور هم‌زمان با لمس دنده دوازدهم در دو طرف با نوک انگشتان شست و دنبال کردن مسیرشان به سمت بالا و داخل تا جایی که در بافت نرم بدن ناپدید شوند دنبال شد، در این نقطه با رسم کردن خط مستقیمی نوک دو انگشت شست را به هم وصل کرده و با این کار محل قرارگیری زائده خاری دوازدهمین مهره پستی تعیین گردید. اگر همچنان در مورد محل دوازدهمین مهره پستی شکی بود درحالی‌که دو انگشت دست در نقطه موردشک (فضای بین دو مهره) قرار داشته، از شخص مورد آزمایش خواسته می‌شد که تنه‌اش را به جلو خم کند، اگر محقق حین حرکت خم شدن و باز شدن حرکتی را حس کرد، از محل دقیق مهره دوازدهم مطمئن می‌شدیم چراکه محل اتصال مهره‌های سینه‌ای - کمری مشخص گردیده است که مهره زیرین آن، اولین مهره کمری می‌باشد. آخرین نقطه نشانه موردنظر مربوط به دومین مهره خاجی بوده که زائده شوکی آن با خارهای خاصه‌ای خلفی فوقانی هم‌سطح است که برای پیدا کردن آن دو فرورفتگی ناحیه پستی را پیداکرده و به سمت وسط آن دو فرورفتگی حرکت کرده (مرکز آن دو نقطه در ناحیه ستون مهره، مهره دوم خاجی می‌باشد) سپس با قلم روغنی که به راحتی پاک می‌شد و ضد حساسیت نیز بوده نقاط مشخص شده علامت‌گذاری شد. تمام اندازه‌گیری‌ها در حالت ایستاده به‌صورت ریلکس به صورتی از آزمودنی‌ها خواسته شد در زمان اندازه‌گیری وزن خود را در بین دو پا قرار داده و روبرو را نگاه کنند، انجام شد. پس از مشخص شدن نقاط موردنظر خط کش منعطف بر روی ستون فقرات قرار داده شده به صورتی که شکل ناحیه موردنظر را به خود بگیرد و هیچ‌گونه فضای خالی بین خط کش و ستون فقرات نباشد. سپس نقاط مشخص شده بر روی ستون فقرات بر روی خط کش نیز منتقل شدند. در انتها خط کش با احتیاط از روی ستون فقرات جدا شده و بر روی کاغذ موردنظر قرار داده می‌شد و به‌وسیله مداد انحنای بر روی کاغذ رسم شده و نقاط موردنظر بر روی انحنا رسم شده مشخص می‌گردیدند. فاصله دونقطه L و عمق انحنا H به‌وسیله خط کش اندازه‌گیری شده و اعداد به‌دست‌آمده داخل فرمول قرار داده شدند تا زاویه کایفوز و لوردوز به دست آید  $(\Theta=4\text{Arctan}2H/L)$  (۱۷).

### روش ارزیابی عملکرد حرکتی

جهت ارزیابی عملکرد حرکتی از آزمون FMS استفاده شد. نحوه امتیازدهی در این آزمون به این گونه است که: انجام صحیح حرکت بدون حرکات جبرانی ۳ امتیاز؛ انجام حرکت با حرکات جانبی ۲ امتیاز؛ عدم توانایی انجام حرکت بدون حرکات جانبی ۱ امتیاز و ایجاد درد حین انجام حرکت یا انجام آزمون آشکارسازی ۰ امتیاز دارد. ۷ حرکت این آزمون شامل آزمون Deep squat (بالاتنه موازی با درشتنی است، ران‌ها موازی با زمین هستند، زانوها دقیقاً بالای پاها قرار دارند، میله موازی با زمین است)، آزمون گام از روی مانع (مفاصل ران، زانوها و مچ‌های پا در یک راستا و در صفحه ساجیتال می‌باشند، حرکتی در ناحیه کمر اتفاق نمی‌افتد، میله و مانع با هم موازی‌اند)، آزمون Lunge (میله در تماس با ستون فقرات در وضعیت باز شده است، حرکتی در ناحیه تنه اتفاق نمی‌افتد، میله و پاها در صفحه ساجیتال باقی می‌مانند، زانو پشت پاشنه پای جلویی را لمس می‌کند)، آزمون تحرک پذیری شانه (مشت‌ها در فاصله



۲۰ سانتی متری هم قرار می‌گیرند (۳ امتیاز)، مشت‌ها در فاصله ۳۰ سانتی متری هم قرار می‌گیرند (۲ امتیاز)، مشت‌ها در فاصله بیش از ۳۰ سانتی متری هم قرار می‌گیرند (۱ امتیاز)، آزمون بالابردن مستقیم پا به صورت فعال (مچ پا یا سر میله به موازات نقطه میانی ران و خار قدامی فوقانی لگن قرار گیرد (۳ امتیاز)، مچ پا یا سر میله به صورت نقطه میانی ران و وسط کشکک یا خط مفصلی زانو قرار گیرد (۲ امتیاز)، مچ پا یا سر میله به موازات نقطه‌ای پایین تر از وسط کشکک یا خط مفصلی زانو قرار می‌گیرد (۱ امتیاز)، آزمون پایداری تنه (مردان یک تکرار را در وضعیتی که شست دست به موازات پیشانی باشد، انجام دهند (۳ امتیاز)، مردان یک تکرار را در وضعیتی که شست دست به موازات چانه باشد، انجام دهند (۲ امتیاز)، ستون فقرات را در راستای اندام تحتانی قرار ندهند (۱ امتیاز) و آزمون پایداری چرخشی (انجام یک تکرار صحیح درحالی که ستون فقرات به موازات زمین است، زانو و آرنج با همدیگر تماس پیدا کنند) می‌باشد (۱۸) (شکل ۱).



ج) حرکت لانچ



ب) عبور از مانع



الف) حرکت اسکات کامل



ز) آزمون بالا آوردن مستقیم پا



ه) تست آشکارسازی در آزمون تحرک پذیری شانه



د) تحرک پذیری شانه



ت) ثبات چرخشی



و) تست آشکارسازی در آزمون شنای پایداری تنه



ح) آزمون شنای پایداری تنه



ی) تست آشکارسازی آزمون ثبات چرخشی

شکل ۱. روش ارزیابی آزمون غربالگری عملکرد حرکتی



## برنامه تمرینی TRX

تمرینات گروه TRX، به مدت ۴۵ دقیقه که با استفاده از طناب یا بند که شامل دو دستگیره و بدنه است پروتکل تمرینی خود را انجام دادند و شدت تمرین‌ها بر اساس توانایی افراد و بر اساس برنامه تمرینی افزایش می‌یافت (۱۹) (جدول ۱).

جدول ۱. برنامه تمرینی TRX

تمرین	ست	زمان/تکرار	استراحت	استراحت	ست	زمان/تکرار	استراحت	استراحت
	در هر ست	بین ست	پایان ست	پایان ست	در هر ست	بین ست	پایان ست	پایان ست
		(ثانیه)	(ثانیه)	(ثانیه)		(ثانیه)	(ثانیه)	(ثانیه)
هفته اول								
پلانک روی ساعد	۳	۳۰ (S)	۳۰	۳۰	۳	۳۰ (S)	۳۰	۳۰
بالاکشیدن لگن در حالت خوابیده به پشت	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
پلانک پهلو با کمک دو دست	۳	۳۰ (S)	۳۰	۳۰	۳	۳۰ (S)	۳۰	۳۰
اسکات دو پا	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
حرکت کششی با TRX	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
حرکت قایق پایین	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
هفته دوم								
پلانک روی کف دست	۳	۴۵ (S)	۳۰	۳۰	۳	۴۵ (S)	۳۰	۳۰
بالاکشیدن لگن در حالت خوابیده به پشت	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
پلانک پهلو	۳	۴۵ (S)	۳۰	۳۰	۳	۴۵ (S)	۳۰	۳۰
اسکات دو پا	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
حرکت کششی با TRX	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
حرکت قایق پایین	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
هفته سوم								
شنا سوئدی	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
حرکت پشت پا پرده	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
پلانک قله	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
اسکات تک پا	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
حرکت تی	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
پلانک بالاکشیدن از وسط	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
هفته چهارم								
شنا سوئدی	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
حرکت پشت پا پرده	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
پلانک قله	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
اسکات تک پا	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
حرکت تی	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
پلانک بالاکشیدن از وسط	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
هفته پنجم								
شنا سوئدی	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
حرکت پشت پا پرده	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
پلانک قله	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
اسکات تک پا	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
حرکت تی	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
پلانک بالاکشیدن از وسط	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰	۳	۱۰ (R)	۳۰	۳۰
هفته ششم								
شنا سوئدی	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
حرکت پشت پا پرده	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
پلانک قله	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
اسکات تک پا	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
حرکت تی	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
پلانک بالاکشیدن از وسط	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
هفته ششم								
شنا سوئدی	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
حرکت پشت پا پرده	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
پلانک قله	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
اسکات تک پا	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
حرکت تی	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰
پلانک بالاکشیدن از وسط	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰	۴	۱۲ (R)	۳۰	۳۰

S: ثانیه؛ R: تکرار

## برنامه تمرینی کار با وزنه

برنامه تمرینی پیش‌رونده پژوهش حاضر شامل ۸ هفته تمرینات در بخش مقاومتی بود که سه جلسه در هفته توسط آزمودنی‌ها انجام شد. استراحت بین ست ۱ دقیقه و استراحت پایان ست ۲ دقیقه در نظر گرفته شد (۲۰) (جدول ۲).

جدول ۲. برنامه تمرینی کار با وزنه

نوع تمرین	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم
تمرینات مقاومتی	پرس سینه با کابل در وضعیت ایستاده (۲*۲۰، ۶۰٪)	پرس سینه با کابل با یک دست (۲*۱۵، ۷۰٪)	پرس سینه با دمبل با دو دست (۲*۱۰، ۷۵٪)	پرس سینه دمبل با یک دست (۳*۱۰، ۷۵٪)
	حرکت زیر بغل با کابل با دو دست (۲*۲۰، ۶۰٪)	حرکت زیر بغل با کابل در وضعیت ایستاده با حرکت متناوب هر دست (۲*۱۵، ۷۵٪)	حرکت شنا روی توپ (۲*۱۰، ۷۵٪)	حرکت شنا روی توپ (۳*۱۰، ۷۵٪)
	پرس بالای سر با دو دمبل در دست (۲*۲۰، ۶۰٪)	پرس بالای سر با دمبل متناوب با هر دست (۲*۱۵، ۷۰٪)	لت از بالا با دو دست (۲*۱۰، ۷۵٪)	لت از بالا در وضعیت نشسته (۳*۱۰، ۷۵٪)
	دو سر بازو با دمبل در وضعیت ایستاده (۲*۲۰، ۶۰٪)	دو سر بازو با دستان متناوب با دمبل (۲*۱۵، ۷۰٪)	جلو بازو با دمبل در وضعیت نشسته روی توپ (۲*۱۰، ۷۵٪)	ابدآکشن شانه با دمبل در وضعیت ایستادن روی یک پا (۳*۱۰، ۷۵٪)
	سه سر بازو در وضعیت خوابیده به پشت با دمبل (۲*۱۰، ۶۰٪)	سه سر بازو در وضعیت خوابیده به پشت با دو دست متناوب و با دمبل (۲*۱۵، ۷۵٪)	حرکت لانچ (۲*۱۰، ۷۵٪)	حرکت قدم برداشتن با وزنه در دست (۳*۱۰، ۷۵٪)
	ایستادن روی جعبه با یک پا از پهلوی (۲*۲۰، ۶۰٪)	اسکات روی یک پا (۲*۱۵، ۷۰٪)	اسکات روی یک پا (۲*۱۰، ۷۵٪)	اسکات روی یک پا با لمس دست با زمین (۳*۱۰، ۷۵٪)
نوع تمرینات مقاومتی	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هفتم	هفته هشتم
	پرس سینه تک دمبل (۳*۱۰، ۷۵٪)	پرس سینه با دو دمبل در دست (۳*۱۰، ۸۵٪)	پرس سینه با دو دمبل در دست (۳*۱۰، ۸۵٪)	پرس سینه تک دمبل (۳*۱۰، ۸۵٪)
	شنای دست با چرخش تنه (۳*۱۰، ۷۵٪)	پرتاب توپ مدیسنبال به پهلو (۳*۱۰، ۸۵٪)	پرتاب توپ مدیسنبال به پهلو (۳*۱۰، ۸۵٪)	پرتاب توپ مدیسنبال به پهلو (۳*۱۰، ۸۵٪)
	کشش لت از بالا با یک دست (۳*۱۰، ۷۵٪)	کشش لت از جلو با دو دست (۳*۵، ۸۵٪)	کشش لت از جلو با دو دست (۳*۱۰، ۸۵٪)	کشش لت از جلو با یک دست (۳*۵، ۸۵٪)
	حرکت اره‌ای بر روی توپ سوئیس بال با یک دست (۳*۱۰، ۷۵٪)	پرتاب توپ مدیسنبال (۳*۱۰، ۸۵٪)	پرتاب توپ مدیسنبال (۳*۱۰، ۸۵٪)	پرتاب توپ مدیسنبال (۳*۱۰، ۸۵٪)
	پرس دمبل نشسته با یک دست (۳*۱۰، ۷۵٪)	پرس دمبل با دو دست (۳*۱۰، ۸۵٪)	جلو بازو با دمبل متناوب (۳*۵، ۸۵٪)	پرس دمبل با یک دست (۳*۵، ۸۵٪)
	صلیب با دمبل (۳*۱۰، ۷۵٪)	پرتاب توپ مدیسنبال از پهلو (۳*۱۰، ۸۵٪)	پرتاب توپ مدیسنبال از پهلو (۳*۱۰، ۸۵٪)	پرتاب توپ مدیسنبال از پهلو (۳*۱۰، ۸۵٪)
	اسکات با هالتر (۳*۱۰، ۷۵٪)	اسکات با هالتر (۳*۱۰، ۸۵٪)	اسکات با هالتر (۳*۱۰، ۸۵٪)	اسکات با هالتر (۳*۱۰، ۸۵٪)
	حرکت لیفت مرده بر روی یک پا با دمبل در دو دست (۲*۲۰، ۶۰٪)	حرکت لیفت مرده بر روی یک پا با دمبل در دو دست (۲*۲۰، ۶۰٪)	حرکت لیفت مرده بر روی یک پا با دمبل در دو دست (۲*۲۰، ۶۰٪)	حرکت لیفت مرده بر روی یک پا با دمبل در دو دست (۲*۲۰، ۶۰٪)

در این پژوهش برای توصیف متغیرها از آمار توصیفی و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار استنباطی استفاده شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها در این مطالعه با آزمون شاپیروویلیک ارزیابی شد. همچنین جهت تجزیه و تحلیل استنباطی داده‌ها و بیان تفاوت احتمالی بین میانگین گروه‌ها در مراحل مختلف تحقیق در صورت نرمال بودن توزیع داده‌ها از روش آماری تحلیل کوواریانس و آزمون تی همبسته استفاده شد. همچنین در شرایط غیرنرمال از آزمون‌های یو من ویتنی و ویلکاکسون تفاوت‌ها بررسی شد. بررسی داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد ( $P \leq 0.05$ ).

## نتایج

نتایج اطلاعات توصیفی هر گروه، شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی (BMI) در جدول ۳ ارائه شد. نتایج آزمون تی مستقل در جدول ۳ در بررسی همگن بودن متغیرها نشان‌دهنده همگن بودن متغیرهای توصیفی در دو گروه بود. همچنین نتایج آزمون شاپیروویلیک نشان داد که به غیر از متغیر درد سایر متغیرهای تحقیق نرمال بوده است. با توجه به نرمال بودن داده‌های مربوط به عملکرد حرکتی، کایفوز و لوردوز که با آزمون شاپیروویلیک مشخص شد و همچنین برقراری تجانس واریانس که با آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت به همین منظور از آزمون تحلیل کوواریانس و تی همبسته جهت بررسی تأثیر تمرین و مقایسه گروه‌ها استفاده شد که نتایج آن در جداول ۴ ارائه شد.

جدول ۳. آمار توصیفی متغیرهای تحقیق

شاخص	گروه	تعداد	انحراف استاندارد $\pm$ میانگین	P
سن (سال)	کار با وزنه	۱۵	$44/20 \pm 7/46$	۰/۲۰
	TRX	۱۵	$47/26 \pm 5/86$	
قد (متر)	کار با وزنه	۱۵	$1/65 \pm 0/03$	۰/۳۹
	TRX	۱۵	$1/66 \pm 0/02$	
وزن (کیلوگرم)	کار با وزنه	۱۵	$58/60 \pm 3/69$	۰/۱۱
	TRX	۱۵	$56/13 \pm 4/40$	
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	کار با وزنه	۱۵	$21/38 \pm 1/76$	۰/۰۵
	TRX	۱۵	$20/18 \pm 1/32$	

جدول ۴. تفاوت درون گروهی و بین گروهی در آزمودنی‌ها قبل و بعد از اعمال پروتکل تمرینی

متغیر	گروه	تفاوت درون گروهی		تفاوت بین گروهی	
		پیش آزمون (M $\pm$ SD)	پس آزمون (M $\pm$ SD)	P	F
کایفوز (درجه)	کار با وزنه	$47/41 \pm 2/11$	$45/35 \pm 1/66$	۰/۰۰۱*	۱۱/۳۳
	TRX	$48/66 \pm 3/69$	$45/11 \pm 2/78$	۰/۰۰۱*	۴۴/۶۷
لوردوز (درجه)	کار با وزنه	$43/59 \pm 3/98$	$42/60 \pm 4/81$	۰/۰۲*	۱/۷۱
	TRX	$45/16 \pm 3/63$	$43/36 \pm 2/94$	۰/۰۰۱*	۴۲/۶۰
غریبالگری عملکرد حرکتی (نمره کسب‌شده)	کار با وزنه	$12/93 \pm 1/33$	$14/80 \pm 1/14$	۰/۰۰۱*	۰/۷۱
	TRX	$12/13 \pm 1/18$	$14/86 \pm 1/30$	۰/۰۰۱*	۱۵/۰۲
درد (نمره کسب‌شده)	کار با وزنه	$5/40 \pm 0/63$	$3/53 \pm 0/74$	۰/۰۰۱*	۸۳/۵۰
	TRX	$5/06 \pm 0/70$	$3/06 \pm 0/79$	۰/۰۰۱*	۷۸/۵۰

نتایج آزمون تی همبسته در جدول ۴ نشان‌دهنده تأثیر برنامه‌های تمرینی بر بهبود زاویه کایفوز ( $P=0/001$ ,  $P=0/001$ )، لوردوز ( $P=0/001$ ,  $P=0/002$ )، عملکرد حرکتی ( $P=0/001$ ,  $P=0/001$ ) و درد ( $P=0/001$ ,  $P=0/001$ ) در گروه‌های تمرینی بوده است. همچنین نتایج مربوط به مقایسه گروه‌های تمرینی فقط در متغیر زاویه کایفوز بین دو گروه تمرینی تفاوت معنی‌داری نشان داد ( $P=0/002$ ) به صورتی که اثر برنامه تمرینی TRX بیشتر از برنامه کار با وزنه بود؛ اما در سایر متغیرها تفاوتی مشاهده نشد ( $P>0/05$ ).

## بحث

نتایج مطالعه حاضر در زمینه درد، راستای ستون فقرات و نمره آزمون غربالگری عملکرد حرکتی نشان داد هر دو برنامه تمرینی اثر معنی‌داری در بهبود این متغیرها داشتند اما در مقایسه دو گروه تمرینی تفاوتی بین اثر تمرینات (به غیر از زاویه کایفوز) مشاهده نشد. نتایج مطالعه حاضر در زمینه درد با نتایج مطالعات قاسمی و همکاران (۲۰۲۰) (۲)، شجاع‌الدین و همکاران (۲۰۲۰) (۲۱)، چن<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۹) (۲۲) هم‌راستا است. در راستای اثر تمرینات بر کاهش درد باید بیان نمود یکی از دلایل کاهش درد فشار بارهای متفاوت اعمال شده توسط تمرین که سوخت‌وساز موضعی را فعال و طبیعی می‌کند و حساسیت گیرنده‌های درد مرکزی، پیرامونی و نخاع را کاهش می‌دهد همچنین با حذف آتروفی عضلانی هماهنگی داخل و بین عضلانی را بهبود می‌دهد که این عوامل باعث تغییر درک ما از درد می‌شود (۲۳)، همچنین ثبات‌دهنده‌های مفصلی به‌نوبه‌خود باعث کاهش نیروهای برشی که خود عامل درد هستند می‌شوند. به‌طور مشابه به پارامترهای ارزیابی شناختی که بر درجه‌بندی درد واقعی و وجود یک مرجع ویژه برای آنچه که بیماران از مداخله انتظار دارند نیاز است (۲۳). تمرینات ثبات‌دهنده چه با وزنه و چه با ابزار تعلیقی همچون TRX باعث افزایش قدرت عضلات بخش مرکزی تنه می‌شود و سبب کاهش تنش پدید آمده در رباطها و مفاصل مهره‌ها گشته، آن‌ها را در وضعیت طبیعی ثابت می‌نماید و میزان درد را کم می‌کند و موجب افزایش اعتماد بیمار به روش تمرینی و درمانی می‌شود (۲۴). البته کاهش میزان درد را می‌توان به عضلات عرضی شکم و چند سر مرتبط دانست زیرا عضله عرضی شکم یکی از عضلات کلیدی در حفظ ستون فقرات می‌باشد و بازآموزی تسهیل آن، اولین گام در بهبود کمردرد محسوب می‌گردد (۲۵).

کنش و واکنش بین درد و نیروی عضلانی یا تأثیر متقابل بین این دو عامل در مکانیزم درد و پیشرفت آن دخالت دارند. بدین معنی که ممکن است در ابتدا به خاطر ضعف عضلانی فشار مکانیکی وارده به تنه فرد را به درد مبتلا سازد و سپس این درد مانع از فعالیت عضلانی شده، به صورتی که بسیاری از بیماران مبتلا به درد مزمن شدید از حرکاتی که ستون فقرات در آن درگیر هستند (چرخیدن، گردش گردن یا خم شدن) و همراه با تکان‌های درد است هراس دارند و یک نوع ضعف عضلانی مضاعف نیز بروز نماید. این دو پدیده فرد را در سیکل معیوب قرار داده و سبب بیماری مزمن گردد (۲۶). پارک و یو<sup>۲</sup> (۲۰۱۳) روش مؤثر کاربردی برای کاهش ناتوانی و افزایش ضخامت عرضی شکم و مایل خارجی را با مانور توکشدین شکمی و افزایش ضخامت مایل داخلی را با سایر تمرین مرکزی پیشنهاد دادند (۲۷). توجه به نتایج مطالعات می‌توان چنین استنباط کرد که افراد مبتلا به درد مزمن با ضعف قدرت و استقامت عضلات تنه روبرو هستند. بدیهی است که داشتن درد از اعمال نیروی شدید و انجام حرکات قدرتی جلوگیری می‌کند و گاهی نیز به‌طور کلی حرکات فرد را محدود می‌سازد. در نتیجه عدم استفاده کافی از عضلات منجر به آتروفی، کاهش انعطاف‌پذیری و نیز تضعیف آن‌ها می‌شود (۲۸)؛ که همین ضعف عضلانی می‌تواند عاملی در تغییر راستای ستون فقرات باشد. در همین راستا بیان شد

1. Chan

2. Park & Yu

انحنای ستون فقرات شکل‌پذیری بالایی دارند و در طول سنین مختلف و متناسب با نوع فعالیت زندگی فرد تغییر می‌کند (۱۷). نتایج تحقیق حاضر در زمینه کاهش زاویه پستی و کمری به دنبال اعمال برنامه‌های تمرینی با نتایج تحقیق حجتی و شیخ پور (۲۰۱۳) (۲۹) و همچنین یو (۲۰۱۳) (۳۰) هم‌راستاست. یو (۲۰۱۳) در پژوهشی که به بررسی اثر تمرینات اکستنشنی سینه‌ای و همچنین تمرینات برای موقعیت کتف و گردن بر زاویه کایفوز سینه‌ای و درد بالای سینه پرداختند به این نتیجه رسیدند که مداخلات برای کاهش درد سینه و اصلاح کایفوز سینه‌ای نه تنها باید به یک رویکرد برای کشش عضلات سینه‌ای توجه داشت بلکه باید از شیوه‌های درمانی عضلات در منطقه گردن و کتف نیز هم‌زمان استفاده کرد (۳۰) که هر دو تمرین استفاده شده در این پژوهش به‌ویژه تمرینات TRX دارای این شرایط بوده و بر ناحیه کمر بند شانه نیز تأکید داشتند. با توجه به تأثیر تمرینات TRX به‌عنوان تمرینات قدرتی بر کاهش زاویه پستی می‌توان به وجود ارتباط بین افزایش زاویه کایفوز و کاهش قدرت تنه به‌ویژه عضلات اکستنسور تنه پی برد که محققین دیگری نظیر دستمنش و همکاران (۲۰۱۳) (۳۱) و گرانیو و همکاران (۲۰۱۴) نیز در زمینه ارتباط بین کایفوز لوردوز و قدرت عضلات اکستنسور و فلکسور تنه تحقیقاتی انجام داده و به وجود این ارتباط اشاره کردند (۳۲). در زمینه تمرینات منتخب این پژوهش باید به این نکته توجه کرد که هر دو تمرین منتخب استفاده شده در این پژوهش، ضمن تأکید ویژه بر بهبود قدرت عضلات با تقویت عضلات مربوطه کشش و رفع گرفتگی و چسبندگی‌های موجود در عضلات مقابل را نیز در پی داشته است. در این پژوهش سعی شده است برنامه تمرینات بیشتر در حالت تحمل وزن اعمال گردد تا به وضعیت واقعی زندگی نزدیک‌تر باشد که این مورد در تمرینات TRX بیشتر مورد توجه است. محققان بیان نموده‌اند متعاقب اجرای تمرینات مقاومتی در عضلات اسکلتی تغییراتی از جمله افزایش کل پروتئین قابل انقباض به‌ویژه در الیاف میوزین، افزایش در مقدار و قدرت نسوج همبند و تاندونی و لیگامنت، افزایش تراکم مویرگی در هر تار عضله، افزایش تعداد تارها در نتیجه تقسیم طولی تارهای عضلانی ایجاد می‌شود که باعث افزایش قدرت و استقامت عضلانی می‌گردد (۳۳).

همچنین بیان کرده‌اند تمرینات قدرتی طول تاندون عضلات را تحت تأثیر قرار داده و بخش‌های مختلف اسکلتی را جا به جا می‌کند و باعث ثبات و ایستادگی لیگامنت‌ها می‌گردد و از طرفی کشش به دنبال تقویت عضلات مخالف به‌عنوان هماهنگ‌کننده عضلات موافق و مخالف عمل می‌کند؛ بنابراین چنین تمریناتی باعث افزایش طول عضلات در سمت تقعر شده، موجب می‌شود نیرو و قدرت عضلانی در سمت تحدب افزایش و در نتیجه میزان ناهنجاری کاهش یابد (۳۰). از طرف دیگر بهبود در قدرت و استقامت می‌تواند بهبود در عملکرد را نیز در پی داشته باشد که در این مطالعه نیز اثر هر دو برنامه تمرینی بر بهبود عملکرد حرکتی معنی‌دار بوده است.

همان‌طور که گفته شده ثبات مرکزی مطلوب می‌تواند باعث انتقال کامل نیروی تولید شده در بدن به اندام‌های فوقانی و تحتانی می‌شود (۳۴). بیشترین نیروهای ثباتی از طریق انقباض عضلات تنه، لگن و ران ایجاد می‌شود که در حفظ ثبات مرکزی نقش دارند (۳۵) که با افزایش قدرت مرکز بدن، کنترل بدن و تعادل افزایش یافته و میزان آسیب کاهش می‌یابد که نتایج این پژوهش نیز مؤکد این موضوع است به‌گونه‌ای که در نمره کلی آزمون عملکرد حرکتی بهبود حاصل شد. در توجیه این نتیجه می‌توان این‌گونه بیان کرد که با تمرینات با وزنه و TRX، عضلات مرکزی بزرگ‌تر در این ناحیه باعث ایجاد یک سیلندر محکم و یک گشتاور بلند اینرسی در مقابل اغتشاشات بدن شده همچنین، عضلات مرکزی باعث ایجاد گشتاور نیرو در ناحیه مرکزی شده که این امر اجازه می‌دهد تغییرات کوچک در چرخش حول ناحیه مرکزی باعث تغییرات بزرگ‌تر در چرخش در قسمت‌های انتهایی بدن شود. نتایج مطالعات حاکی از اهمیت و تأثیر ثبات مرکزی در حرکات انسان در تولید مؤثر حرکات تنه و اندام‌ها جهت ایجاد، انتقال و کنترل نیرو

1. Yoo  
2. Granito

و انرژی در طول فعالیت‌های زنجیره حرکتی می‌باشد (۳۶). نشان داده شده است عضلات مرکزی بدن قبل از حرکت اندام‌های تحتانی فعال می‌شوند و قسمت مرکزی بدن با تأمین پایداری نقش مهمی در ایجاد یک سطح اتکای باثبات برای انجام حرکات اندام‌ها دارد (۳۷) که با ضعف در ناحیه تنه ممکن است اجرای حرکت فرد با ضعف همراه باشد و با تقویت مناسب و صحیح عضلات ناحیه تنه بتوان این ضعف را از بین برد و فرد در ۷ آزمون مربوط به عملکرد حرکتی عملکرد بهتری داشته باشد و نتایج این مطالعه نیز نشان‌دهنده همین موضوع بوده است.

## نتیجه‌گیری نهایی

به‌صورت کلی نتایج این تحقیق نشان‌دهنده تأثیر هر دو برنامه کار با وزنه و TRX بر کاهش درد، زاویه کایفوز، لوردوز و افزایش نمره آزمون غربالگری عملکرد حرکتی بود. از آنجایی که هر دو نوع تمرینات بر ناحیه تنه تمرکز داشته‌اند به نظر می‌رسد این تمرینات علاوه بر کاهش درد و اختلالات اسکلتی عضلانی با بهبود عملکرد حرکتی به کاهش احتمال ابتلا به آسیب‌دیدگی و بهبود عملکرد متقاضی کمک خواهد نمود. همچنین استفاده از این تمرینات با به‌کارگیری تئوری‌های تقویت عضلات ناحیه مرکزی بدن و حرکت اندام، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که شرکت در تمرینات عملکرد زنان با دردهای اسکلتی عضلانی را بهبود می‌بخشد.

## ملاحظات اخلاقی

### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی اصول اخلاقی در این پژوهش رعایت شده است. به شرکت‌کنندگان در این پژوهش اجازه داده شده بود تا هر زمان که مایل بودند از روند پژوهش خارج شوند. همچنین تمامی شرکت‌کنندگان در جریان روند و مراحل مختلف شرکت در پژوهش قرار داشتند. به تمامی شرکت‌کنندگان این اطمینان داده شده بود که اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته می‌شود.

### حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

### مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

### تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.



## Reference

1. Pergolizzi JV, LeQuang JA. Rehabilitation for low back pain: A narrative review for managing pain and improving function in acute and chronic conditions. *Pain and therapy*. 2020;9(1):83-96. [DOI:10.1007/s40122-020-00149-5] [PMID]
2. Ghasemi G, Goharjoo M, Faizi M. Effects of conventional core stability and core stability suspension exercises on multifidus muscle endurance, pain and quality of life in people with nonspecific chronic low back pain. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2020;18(6):571-84.
3. Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R. The epidemiology of low back pain. *Best practice & research Clinical rheumatology*. 2010;24(6):769-81. [DOI:10.1016/j.berh.2010.10.002] [PMID]
4. Cuesta-Vargas A, Buchan J, Arroyo-Morales M. A multimodal physiotherapy programme plus deep water running for improving cancer-related fatigue and quality of life in breast cancer survivors. *European journal of cancer care*. 2014;23(1):15-21. [DOI:10.1111/ecc.12114] [PMID]
5. Baena-Beato PA, Arroyo-Morales M, Delgado-Fernández M, Gatto-Cardia MC, Artero EG. Effects of different frequencies (2-3 days/week) of aquatic therapy program in adults with chronic low back pain. A non-randomized comparison trial. *Pain medicine*. 2013;14(1):145-58. [DOI:10.1111/pme.12002] [PMID]
6. Lamoth CJ, Meijer OG, Wuisman PI, van Dieën JH, Levin MF, Beek PJ. Pelvis-thorax coordination in the transverse plane during walking in persons with nonspecific low back pain. *Spine*. 2002;27(4):E92-E9. [DOI:10.1097/00007632-200202150-00016] [PMID]
7. Gombatto SP, Brock T, DeLork A, Jones G, Madden E, Rinere C. Lumbar spine kinematics during walking in people with and people without low back pain. *Gait & posture*. 2015;42(4):539-44. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2015.08.010] [PMID]
8. Rausch L. Functional Mobility and Balance of College-Age Adults Before and After TRX® Suspension Training. 2020.
9. Shiri R, Karppinen J, Leino-Arjas P, Solovieva S, Viikari-Juntura E. The association between obesity and low back pain: a meta-analysis. *American journal of epidemiology*. 2010;171(2):135-54. [DOI:10.1093/aje/kwp356] [PMID]
10. Dorner TE, Crevenna R. Preventive aspects regarding back pain. *Wiener medizinische Wochenschrift*. 2016;166(1-2):15-21. [DOI:10.1007/s10354-015-0413-2] [PMID]
11. Alrwaily M, Almutiri M, Schneider M. Assessment of variability in traction interventions for patients with low back pain: a systematic review. *Chiropractic & manual therapies*. 2018;26(1):1-11. [DOI:10.1186/s12998-018-0205-z] [PMID]
12. Sparkes AC, Smith B. *Qualitative research methods in sport, exercise and health: From process to product*: Routledge; 2013. [DOI:10.4324/9780203852187]
13. Zakeri F, Taghian F. Comparing the Effect of 8 Weeks of Total Body Resistance Exercise and Core Stability Training on Selected Common Abnormalities and Postural Control in Deaf Adolescents. *Journal of Rehabilitation Sciences & Research*. 2020;7(2):87-95.
14. yarahmadi y. the effect of core stabilization on pain control, Dynamic balance and lumbopelvic proprioception of subjects with non-specific chronic low back pain. *Anesthesiology and Pain*. 2017;8(3):54-66.

15. Zhang Y, Loprinzi PD, Yang L, Liu J, Liu S, Zou L. The beneficial effects of traditional Chinese exercises for adults with low back pain: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicina*. 2019;55(5):118. [DOI:10.3390/medicina55050118] [PMID]
16. Rezvani Amin M, Siratinayer M, Abadi A, Moradyan T. Correlation between Visual Analogue Scale and Short form of McGill Questionnaire in Patients with Chronic Low Back Pain. *Qom Univ Med Sci J*. 2012;6(1):31-4.
17. Babagoltabar Samakoush H, Norasteh A. Prevalence of postural abnormalities of spine and shoulder girdle in sanda professionals. *Annals of Applied Sport Science*. 2017;5(4):31-8. [DOI:10.29252/aassjournal.5.4.31]
18. Cook G. *Movement: Functional movement systems: Screening, assessment. Corrective Strategies (1st ed)* Aptos, CA: On Target Publications. 2010:73-106.
19. Kiani R, Fattahi H. Effects of Eight Weeks of TRX and CXWORX Exercises on Trunk Muscle Strength, Core Endurance, and Dynamic Balance of Female College Students. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021;10(2):186-201.
20. DiStefano LJ, DiStefano MJ, Frank BS, Clark MA, Padua DA. Comparison of integrated and isolated training on performance measures and neuromuscular control. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(4):1083-90. [DOI:10.1519/JSC.0b013e318280d40b] [PMID]
21. Shojaedin Ss, karimi z. Effect and durability of eight weeks of central stability and Pilates exercises on sensory function, quality of life and pain in women with non-specific chronic low back pain. *Anesthesiology and Pain*. 2020;10(4):36-49.
22. Chan EWM, Adnan R, Azmi R. Effectiveness of core stability training and dynamic stretching in rehabilitation of chronic low back pain patient. *Malaysian Journal of Movement, Health & Exercise*. 2019;8(1):1.
23. Carpes F, Render F, Mota C. Effects of strengthening on low back pain and body balance. *Thera*; 2011.
24. Hosseinifar M, Akbari A, Shahrakinasab A. The effects of McKenzie and lumbar stabilization exercises on the improvement of function and pain in patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*. 2009;11(1):1-9.
25. Khonsardy-koulr M, Norrste A, Danshmady H. Electromyographic study of lumbar and thigh muscles flex fatigue in athletes with low back pain. *Journal of sports medicine*. 2011;6:39-45.
26. Frhpour N, Marvi Esfahani, M., (2009). Evaluation of postural deviations resulting from chronic back pain and the role of exercise therapy on the reform of Medicine, *Tehran University of Medical Sciences*, 65(2):69-75.
27. Park S-D, Yu S-H. The effects of abdominal draw-in maneuver and core exercise on abdominal muscle thickness and Oswestry disability index in subjects with chronic low back pain. *Journal of exercise rehabilitation*. 2013;9(2):286. [DOI:10.12965/jer.130012] [PMID]
28. Roomezi SN, Rahnama N, Habibi A, Negahban H. The effect of core stability training on pain and performance in women patients with non-specific chronic low back pain. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2012;8(1):57-64.
29. Hojjati Z, Sheikhpour L. Seated Exercise Therapy Improves Posture and Balance in Hyperkyphotic Elderly Females, a Randomized Control Trail. *World Applied Sciences Journal*. 2013;24(3):331-5.

30. Yoo W-g. Effect of thoracic stretching, thoracic extension exercise and exercises for cervical and scapular posture on thoracic kyphosis angle and upper thoracic pain. *Journal of physical therapy science*. 2013;25(11):1509-10. [DOI:10.1589/jpts.25.1509] [PMID]
31. Dastmanesh S, Eskandari E, Shafiee GH. Relationship between physical fitness abilities, trunk range of motion and kyphosis in junior high school students. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 2013;13(1):79-84.
32. Granito RN, Aveiro MC, Rennó ACM, Oishi J, Driusso P. Degree of thoracic kyphosis and peak torque of trunk flexors and extensors among healthy women. *Revista Brasileira de Ortopedia*. 2014;49:286-91. [DOI:10.1016/j.rbo.2013.05.010] [PMID]
33. Sahrman S. *Movement system impairment syndromes of the extremities, cervical and thoracic spines*: Elsevier Health Sciences; 2010.
34. Behm DG, Leonard AM, Young WB, Bonsey W, MacKinnon SN. Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. *J Strength Cond Res*. 2005;19(1):193-201. [DOI:10.1519/1533-4287(2005)192.0.CO;2] [PMID]
35. Chuter VH, de Jonge XAJ. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature. *Gait & posture*. 2012;36(1):7-15. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2012.02.001] [PMID]
36. 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]
37. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2005;13(5):316-25. [DOI:10.5435/00124635-200509000-00005] [PMID]