

Research Paper



# The Effect of 8 Weeks of Corrective Exercises Using the NASM Approach on Movement Disorders, Lumbar Lordosis, and Genu Valgum in Girls Aged 12-15

Arefeh Samadi<sup>1</sup> , \*Behrouz Hajilou<sup>2</sup>

1. Faculty of Humanities, University College of Omran\_Toseeh, Hamedan, Iran.
2. The Organization for Educational Research and Planning, Tehran, Iran.



Use your device to scan and read the article online

**Citation:** Samadi A, Hajilou B. The Effect of 8 Weeks of Corrective Exercises Using the NASM Approach on Movement Disorders, Lumbar Lordosis, and Genu Valgum in Girls Aged 12-15 (Persian). Journal of Sport Biomechanics. 2024;10(1):2-16. <https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.10.1.397.1>

<https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.10.1.397.1>



**Article Info:**

**Received:** 12 May 2024

**Accepted:** 31 May 2024

**Available Online:** 31 May 2024

**Keywords:**

Corrective exercises,  
Movement disorders,  
NASM, Lumbar lordosis,  
Genu Valgum

## ABSTRACT

**Objective** The purpose of this study was to determine the effect of 8 weeks of corrective exercises with the NASM approach on movement disorders, lumbar lordosis, and genu valgum in 12–15-year-old girls.

**Methods** Forty-five teenage girls were divided into three groups, including a movement disorder group (N=15), a lumbar lordosis group (N=15), and a genu valgum group (N=15). The corrective exercises program with the NASM approach included 24 sessions over 8 weeks with a frequency of 3 sessions per week. A flexible ruler, caliper, goniometer, and the scoring form of the NASM approach were used to measure variables. Dependent t-tests and Mann-Whitney U tests were used to analyze the data at a significance level of  $p < 0.05$ .

**Results** The results showed that performing 8 weeks of corrective exercises with the NASM approach reduced movement disorders from the anterior view, including flattening of the right foot ( $p = 0.02$ ), inward movement of the right ( $p = 0.01$ ) and left ( $p = 0.03$ ) knees, and from the lateral view, it included low back arches ( $p = 0.01$ ). Additionally, from the posterior view, flattening of the feet ( $p = 0.01$ ) and asymmetrical weight shifting to the right ( $p = 0.01$ ) and left ( $p = 0.02$ ) showed significant improvement. Furthermore, these exercises had a significant effect on the lumbar lordosis angle ( $p = 0.011$ ) and Q angle ( $p = 0.032$ ), but did not produce a substantial effect on the medial malleolus distance ( $p = 0.086$ ).

**Conclusion** According to the results of the present research, it is suggested to use a corrective exercise program with the NASM approach to prevent and reduce movement disorders, and correct genu valgum and lumbar lordosis.

**\* Corresponding Author:**

Behrouz Hajilou

**Address:** The Organization for Educational Research and Planning, Tehran, Iran.

**Tel:** +98 (918) 9116537

**E-mail:** behrouz.hajiloo@yahoo.com

## Extended Abstract

### 1. Introduction

Improper physical movements or prolonged unfavorable positions in teenage girls can lead to postural abnormalities, consequently affecting various body systems, including the skeletal-muscular system, and resulting in complications such as pain and postural abnormalities (1). Adolescents aged 12–15 years are particularly susceptible to movement disorders and skeletal-muscular abnormalities due to rapid growth and the onset of puberty, making it necessary to identify and develop suitable protocols to address these issues (2). The NASM approach is one of the corrective and applied methodologies utilized by many researchers for corrective exercises. Given the imperative to investigate the efficacy of these exercises in correcting functional disorders of the lower limbs and stature abnormalities, and the lack of similar studies on their effects specifically on female students, it becomes necessary to conduct research examining this exercise approach. Hence, this study aims to explore the impact of 8 weeks of corrective exercises utilizing the NASM approach on movement disorders, lumbar lordosis, and genu valgum in girls aged 12–15 years.

### 2. Methods

The present research employed semi-experimental methods and falls under the category of applied research. The statistical population comprised 45 girls aged 12–15, selected based on criteria including movement disorders, lumbar lordosis, and genu valgum. The subjects were chosen through convenience sampling and divided into three groups: those with movement disorders (15 individuals), those with lumbar lordosis (15 individuals), and those with genu valgum (15 individuals). Criteria for inclusion in the movement disorder group involved observation of low back arches, knees moving inward, and feet flattening during the overhead squat assessment. For the genu valgum group, inclusion criteria consisted of a Q angle exceeding 17 degrees and a distance greater than 2.5 cm between the two medial malleoli of the ankles. Regarding the lumbar lordosis group, a lumbar angle exceeding 45 degrees served as the criterion for inclusion in the study. Movement disorders were identified using the overhead squat test. The degree of lumbar spine curvature was measured using a non-invasive method employing a flexible ruler measuring 30 cm. Deformities related to genu valgum were measured using a bone caliper manufactured in Iran with an accuracy of 0.1 cm, while the Q angle was measured using a universal goniometer manufactured in Japan with an accuracy of 0.1 degrees. The exercise protocol adopted was based on the American National Academy of Sports Medicine (NASM), comprising four stages: myofascial tissue inhibition techniques, lengthening, activation exercises, and integration exercises, aimed at addressing movement disorders, lumbar lordosis, and genu valgum in the subjects. Training sessions were conducted over a period of 8 weeks, with each session lasting 45 to 60 minutes, three times per week. Normality of the data was assessed using the Shapiro-Wilk method. Data analysis was performed using SPSS software version 24, employing inferential statistical methods including parametric dependent t-tests and non-parametric U-Mann-Whitney tests, with all analyses conducted at a significance level of  $P < 0.05$ .

### 3. Results

The results indicate the impact of 8 weeks of training utilizing the NASM approach on several parameters, including the lumbar lordosis angle, Q angle, distance between the two medial malleoli of the ankles, and assessment of movement disorders from anterior, lateral, and posterior views during overhead squat movement. As depicted in Table 1, the training demonstrated a significant improvement in both the lumbar lordosis angle ( $p = 0.011$ ) and Q angle ( $p = 0.032$ ), although it did not yield a substantial effect on the distance between the two medial malleoli ( $p = 0.086$ ). Furthermore, the findings revealed the effects of 12 weeks of corrective exercise employing the NASM approach on movement disorders observed from various perspectives. Specifically, from the anterior view, significant improvements were noted in feet flattening of the right foot ( $p = 0.02$ ) and inward movement of the right ( $p = 0.01$ ) and left ( $p = 0.03$ ) knees. In the lateral view, notable enhancements were observed in low back arches ( $p = 0.01$ ). Additionally, from the posterior view, significant improvements were observed in feet flattening ( $p = 0.01$ ) and asymmetrical weight shifting to the right ( $p = 0.01$ ) and left ( $p = 0.02$ ).

Table 1. Lumbar lordosis angle, Q angle and ankle medial malleuses distance

	pre exercise	post exercise	Sig.
Lumbar lordosis angle (degree)	49.2±2.1	42.1±3.1	0.011*
Q angle (degree)	17.5±1.4	14.2±2.3	0.032*
Malleuses distance (cm)	3.2±1.2	2.8±1.1	0.086

#### 4. Conclusion

The prevalence of functional disorders and abnormalities in the skeletal and muscular systems is relatively high among teenagers. Corrective exercise is frequently utilized to alleviate the physical complications associated with these conditions. This study endeavors to assess the efficacy of corrective exercises, employing the NASM approach, in mitigating functional disorders, lumbar lordosis, and genu valgum in girls aged 12-15. According to the research findings, it appears that engaging in exercises utilizing the NASM approach leads to the mitigation and reduction of the lumbar lordosis angle, correction of genu valgum in static evaluation, and reduction of dynamic movement disorders such as low back arches, asymmetrical weight shifting, knees moving inward, and feet flattening in girls within this age group. Considering the ages of the subjects (12–15), integrating this training protocol into schools' sports and extracurricular programs could potentially diminish the incidence and progression of musculoskeletal injuries among students.

#### Ethical Considerations

##### Compliance with ethical guidelines

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

#### Funding

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

#### Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

#### Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

## مقاله پژوهشی

## تأثیر ۸ هفته تمرینات اصلاحی با رویکرد NASM بر اختلالات حرکتی، لوردوز کمری و زانوی ضربدری دختران ۱۲-۱۵ سال

عارفه صمدی<sup>۱</sup>، \* بهروز حاجیلو<sup>۲</sup>

۱. دانشکده علوم انسانی، موسسه آموزش عالی عمران و توسعه، همدان، ایران.

۲. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، تهران، ایران.

## چکیده

**هدف** هدف از این مطالعه، تعیین تأثیر ۸ هفته تمرینات اصلاحی با رویکرد NASM بر اختلالات حرکتی، لوردوز کمری و زانوی ضربدری دختران ۱۲-۱۵ سال بود.

**روش‌ها** تعداد ۴۵ نوجوان دختر به صورت در دسترس به سه گروه اختلال حرکتی (۱۵ نفر)، گروه لوردوز کمری (۱۵ نفر) و گروه زانوی ضربدری (۱۵ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرینی اصلاحی با رویکرد NASM شامل ۲۴ جلسه به مدت ۸ هفته و تواتر ۳ جلسه در هفته بود. ابزار اندازه‌گیری ناهنجاری‌ها شامل خط کش منعطف، کولیس، گونیامتر و فرم نمره دهی رویکرد NASM بود. از روش‌های آماری t وابسته و یو من ویتنی در سطح معناداری  $P < 0.05$  جهت آنالیز داده‌ها استفاده شد.

**یافته‌ها** نتایج نشان داد انجام ۸ هفته تمرینات اصلاحی با رویکرد NASM در کاهش اختلالات حرکتی از نمای قدامی شامل صاف شدن کف پای راست ( $p=0/02$ )، حرکت به داخل زانوی راست ( $p=0/01$ ) و چپ ( $p=0/03$ )، از نمای جانبی شامل گودشدن کمر ( $p=0/01$ ) و از نمای خلفی بر صاف شدن کف پا ( $p=0/01$ )، انتقال نامتقارن وزن به راست ( $p=0/01$ ) و چپ ( $p=0/02$ ) تأثیر معناداری داشت. همچنین این تمرینات باعث بهبودی معناداری بر زاویه لوردوز کمری ( $p=0/011$ ) و زاویه Q ( $p=0/032$ ) داشته است، ولی تأثیر معناداری بر فاصله قوزک‌های داخلی نداشت ( $p=0/086$ ).

**نتیجه‌گیری** بنابراین با توجه به نتایج تحقیق حاضر پیشنهاد می‌شود از برنامه تمرینی اصلاحی با رویکرد NASM در جهت پیشگیری و کاهش اختلالات حرکتی، اصلاح زانوی ضربدری و لوردوز کمری استفاده شود.

## اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۳ اردیبهشت ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۱ خرداد ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۱۱ خرداد ۱۴۰۳

## کلید واژه‌ها:

تمرینات اصلاحی، اختلالات

حرکتی، NASM، لوردوز

کمری، زانوی ضربدری

\*نویسنده مسئول:

بهروز حاجیلو

آدرس: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، تهران، ایران.

تلفن: ۹۱۱۶۵۲۲ (۹۱۸) +۹۸

ایمیل: behrouz.hajiloo@yahoo.com

## مقدمه

وضعیت بدنی<sup>۱</sup> یا پاسچر انسان از اهمیت خاصی در زندگی بشر برخوردار است، چراکه تغییرات و دگرگونی‌های مثبت و منفی ناشی از این امر، سایر شرایط انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱). پیامدهای ناشی از وضعیت بدنی غیر صحیح در دختران نوجوان به حدی گسترده شده است که در ابعاد جسمی، روحی، اقتصادی و اجتماعی قابل تعمق و بررسی است (۲). حرکات بدنی نامناسب و یا وضعیت‌های نامطلوب طولانی‌مدت در دختران نوجوان، باعث ایجاد ناهنجاری‌های وضعیتی و در نتیجه ایجاد اختلالات در سیستم‌های مختلف بدن از جمله سیستم اسکلتی-عضلانی و عوارض متعددی هم چون درد و ناهنجاری‌های پاسچر می‌شود (۳). اختلالات حرکتی به حالتی گفته می‌شود که به علت خارج از راستا بودن اجزای آن، انسجام ساختاری سیستم حرکتی انسان تغییر کرده است. این حالت باعث وارد آمدن نیروهای غیرطبیعی بر ساختارهای سیستم حرکتی انسان که عملکرد را تحت کنترل دارند می‌شود (۴). اختلالات حرکتی به ندرت یک ساختار را درگیر می‌سازد. سیستم حرکتی انسان یک سیستم منسجم است، نقص در یک سیستم، به وضعیت‌های جبرانی و ایجاد مطابقت‌هایی در سیستم‌های دیگر منجر می‌شود. اگر یک قطعه از سیستم حرکتی انسان خارج از راستا باشد برای متعادل کردن توزیع وزن قطعه دارای نقص، دیگر قطعات حرکتی مجبورند وضعیت جبرانی به خود بگیرند (۴).

جهت ارزیابی اختلالات حرکتی از آزمون‌های غربالگری استفاده می‌شود. ایده اصلی غربالگری به تصویر کشیدن الگوی اصلی حرکات با یک سیستم درجه‌بندی ساده برای تشخیص و اندازه‌گیری حرکات مفاصل به صورت مجزا است (۵). غربالگری اختلالات حرکتی یک روش سیستماتیک مشاهده الگوی حرکت است؛ بنابراین، هدف از غربالگری با استفاده از آزمون‌های اختلالات حرکتی این است که عدم تقارن و محدودیت جدی در اجرا شناسایی شود (۶). یکی از آزمون‌های مورد استفاده در تحقیقات، آزمون غربالگری اسکات بالای سر است که از سه نمای قدامی، جانبی و خلفی افراد را بررسی می‌کند و با توجه به اختلالات مشاهده شده فرد را مورد ارزیابی قرار می‌دهد (۴،۷). ناراستایی‌های ایستا به علت پاسچر ضعیف به وجود می‌آیند و منجر به پاسچر ایستای ضعیف می‌شوند. اختلالات حرکتی از ناراستایی ایستا و الگوی به کارگیری عضلانی تغییر یافته ناشی می‌شوند و دو مورد که در دانش آموزان نوجوان دیده می‌شود، عارضه گودی کمر و زانوی ضربدری است (۸،۹). افزایش بیش از حد طبیعی تقعر مهره‌های کمری را تحت عنوان پشت گود یا لوردوز می‌گویند که یکی از علل شیوع کمردرد در بین دانش آموزان است (۱۰). در این عارضه عضلات ارتکوز اسپاین و فلکسورهای هیپ کوتاه یا سفت و عضلات شکمی و اکستنسورهای هیپ ضعیف یا کشیده می‌شوند (۱۱). به منظور کاهش زاویه لوردوز کمری در افرادی که دارای زاویه لوردوز زیادی هستند پروتکل‌های درمانی متفاوتی توصیه شده است که یکی از آن‌ها استفاده از تمرینات اصلاحی است (۱۲). زانوی ضربدری نیز عارضه شایع در نوجوانان دختر است که باعث انتقال محور مکانیکی اندام تحتانی به سمت داخل بدن می‌شود و باعث ایجاد ناهنجاری‌های ثانویه در اندام مبتلا می‌شود. در این عارضه ممکن است کشکک به سمت خارج زانو حرکت کند و درد کشککی رانی ایجاد کند. زانوی ضربدری با افزایش زاویه Q همراه است و راستای طبیعی زانو دچار اختلال می‌شود (۱۳).

پروتکل‌های تمرینی یکی از کم‌هزینه‌ترین و در دسترس‌ترین روش‌های اصلاح ناهنجاری عملکردی و قامتی است. پروتکل‌های اصلاحی مختلفی برای اصلاح عارضه وجود دارد که از جمله متداول‌ترین روش‌های موجود تمرینات اصلاحی با استفاده از پروتکل NASM<sup>۳</sup> است (۱۴). این تمرینات دارای چهار مرحله رهاسازی، کششی، تقویتی و انسجامی است که با تأثیرگذاری بیشتر بر روی

1. Posture
2. Q angle
3. National Academy of Sports Medicine (NASM)

عضلات سعی دارد اصلاح عارضه‌های جسمانی را بهبود بخشد. در این پروتکل توصیه شده است بافت‌های نرم که دچار سفتی یا کوتاهی شده‌اند را ابتدا با تمرینات مهاری و سپس با تمرینات کششی مورد هدف قرار دهد. اهمیت این کار برداشتن فشار از نقاط ماشه‌ای عضلات است که برای مدت طولانی تحت تنش بوده‌اند و باعث شده‌اند بافت عضلانی موردنظر دچار سفتی یا کوتاهی شده باشد و سپس با تکنیک‌های کششی بافت عضلانی را در وضعیت مطلوب طول استراحتی قرار می‌دهد که رابطه طول-تنش عضله حفظ شود. این رویکرد تمرینی توصیه می‌کند به جای تمرینات تقویتی محض، از تمرینات انسجامی استفاده شود که علاوه بر تقویت عضلات، هماهنگی عصبی عضلانی نیز ایجاد می‌کند (۱۵). کمالی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی تأثیر دو روش تمرین اصلاحی سنتی و NASM بر اصلاح عارضه لوردوز کمری دانشجویان دختر پرداختند. نتایج نشان داد هر دو رویکرد باعث کاهش معنی‌داری زاویه لوردوز کمری داشته است ولی بین روش سنتی و رویکرد NASM تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (۱۶). شاهرخی و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی تأثیر تمرین اصلاحی رایج و NASM بر زاویه Q و حس وضعیت مفصل دانش آموزان دختر دارای زانوی ضربدری پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد هر دو رویکرد تمرینی باعث کاهش زاویه Q شده است ولی تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های مطالعه مشاهده نشد (۱۷). علی پناه و همکاران (۱۴۰۲) به مقایسه دو روش تمرینات اصلاحی با رویکرد NASM و تراباند بر شاخص‌های کینماتیکی دختران دارای عارضه زانوی پرانتری پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد ۸ هفته تمرین اصلاحی با رویکرد NASM و تراباند باعث بهبود زاویه Q و فاصله بین دو اپی کندیل داخلی ران شده است و تمرینات NASM تأثیر بیشتری بر اصلاح زاویه Q نسبت به تراباند داشته است (۱۸). قیامی و همکاران (۱۴۰۲) به مقایسه دو روش تمرین اصلاحی با رویکرد NASM و بازی‌های اصلاحی بر زانوی پرانتری پسران ۱۰-۱۲ سال پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد بازی‌های اصلاحی و رویکرد NASM هر دو باعث کاهش معنی‌داری در زاویه Q افراد دارای زانوی پرانتری شده است ولی رویکرد NASM اصلاح بیشتری را انجام داده است (۱۹). کاربرد تمرین برای اصلاح اختلال شیوه جالبی در توان بخشی ورزشی است. اگر آموزش تمرین صحیح و نظام‌مند باشد، استفاده از شیوه چندجانبه به دانش آموزان کمک می‌کند تا حتی بدون مداخله دیگران، کار خود را ادامه دهند و بهبود بخشند و به اهداف توان بخشی موردنظر برسند. اگر برنامه تمرینات اصلاحی به شکل صحیح طراحی شده باشند، به افزایش کارایی و عملکرد عضلات، کاهش احتمال بروز و شدت آسیب دیدگی و تسریع زمان بهبودی بازگشت به فعالیت منجر خواهد شد (۲۰). دانش آموزان سنین ۱۲-۱۵ سال با توجه به رشد قدی در این سن و مراحل بلوغ، در معرض اختلالات حرکتی هستند و شناسایی این اختلالات و تدوین یک پروتکل مناسب برای رفع اختلالات حرکتی و ناهنجاری‌های پاسچر ضروری به نظر می‌رسد (۲۰، ۲۱). ایجاد ناهنجاری‌های عملکردی در سنین پایین ایجاد و توسعه پیدا می‌کند و شناسایی و درمان این ناهنجاری‌های اسکلتی-عضلانی می‌تواند سلامت عمومی دختران را در سایر مراحل زندگی افزایش دهد (۲۰). رویکرد NASM از جمله رویکردهای اصلاحی و کاربردی است که توسط بسیاری از محققان برای تمرینات اصلاحی استفاده می‌شود. با توجه به ضرورت بررسی تأثیر این تمرینات بر اصلاح اختلالات عملکردی و ناهنجاری‌های قامتی و عدم مطالعه مشابه در زمینه تأثیر این تمرینات بر دانش آموزان دختر، لذا ضروری به نظر می‌رسد مطالعه با بررسی این رویکرد تمرینی انجام شود؛ بنابراین هدف از این تحقیق بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات اصلاحی با رویکرد NASM بر اختلالات حرکتی، لوردوز کمری و زانوی ضربدری دختران ۱۲-۱۵ سال شهر همدان بود.

## روش شناسی

تحقیق حاضر به روش نیمه تجربی انجام گرفته و از نوع تحقیقات کاربردی است. جامعه آماری این پژوهش را ۴۵ نفر از دختران مدارس مقطع متوسطه اول شهر همدان تشکیل دادند که دارای اختلالات حرکتی، لوردوز کمری و زانوی ضربدری با معیارهای ورود

به تحقیق بودند. آزمودنی‌ها به صورت در دسترس انتخاب و به سه گروه اختلال حرکتی (۱۵ نفر)، گروه داری لوردوز کمری (۱۵ نفر) و گروه داری زانوی ضربدری (۱۵ نفر) تقسیم شدند. افراد جهت ورود به تحقیق از میان ۵۵۰ نفر از دختران مقطع متوسطه اول شهر همدان انتخاب شدند. این افراد پس از ارزیابی اولیه با استفاده از آزمون اسکات بالای سر جهت اختلالات حرکتی، خط کش منعطف جهت اندازه‌گیری لوردوز کمری و گونیامتر جهت اندازه‌گیری زاویه Q و کولیس جهت اندازه‌گیری فاصله قوزک‌های داخلی در افراد داری زانوی ضربدری و در صورت داشتن معیارهای ورود به تحقیق انتخاب شدند (۲۲). معیارهای ورود به تحقیق شامل قرار داشتن در دامنه سنی بین ۱۵ تا ۱۲ سال، تکمیل فرم رضایت‌نامه، عدم آسیب‌دیدگی و جراحی در ۶ ماه گذشته و عدم وجود مشکلات مادرزادی بود. برای گروه اختلال حرکتی مشاهده گود شدن کمر، متمایل شدن زانوها به داخل و صاف شدن کف‌پاها طی ارزیابی اسکات بالای سر وارد مطالعه شدند. برای گروه زانوی ضربدری، داشتن زاویه Q بالاتر از ۱۷ درجه و داشتن فاصله بیش از ۲/۵ سانتی‌متر بین دو قوزک داخلی با معیار ورود به مطالعه بود (۱۷، ۲۳). برای گروه لوردوز کمری زاویه بیش از ۴۵ درجه کمری معیار ورود به تحقیق بود (۱۶). معیار خروج از تحقیق شامل عدم رضایت والدین و دانش‌آموز و یا ایجاد درد و ناراحتی طی تمرین بود. آزمودنی‌ها تحت نظارت مستقیم محقق تمرینات منتخب اصلاحی مربوطه را به مدت دوازده هفته و هر هفته دو جلسه در مرکز تندرستی آموزش و پرورش ناحیه ۲ همدان انجام دادند. پس از پایان دوره تمرینی مجدداً آزمون‌های ارزیابی از افراد گرفته شد.

از آزمون اسکات بالای سر به منظور شناسایی اختلالات حرکتی استفاده شد. هر آزمودنی برای نمای قدامی، جانبی و خلفی ۵ تکرار مجزا انجام داد. وضعیت استاندارد اسکات بالای سر بدیل شکل بود که فرد پاهای خود را به اندازه عرض شانه باز کرده، نوک انگشتان پا به سمت جلو و دست‌ها بالای سر قرار داشت. سپس آزمودنی‌ها حرکت اسکات بالای سر را همانند وضعیت نشستن روی یک صندلی انجام دادند. در حین اجرای حرکت، ارزیابی در فرم مخصوص آزمون به صورت بله (داشتن اختلال) و خیر (عدم داشتن اختلال حرکتی) ثبت شد (۲۴). میزان انحنای ستون فقرات کمری آزمودنی‌ها با استفاده روش غیرتهاجمی خط کش منعطف ۳۰ سانتی‌متری و به شیوه یوداس اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری دو نشانه استخوانی لازم بود که از مهر دوازدهم پستی به‌عنوان شروع انحنا و از مهره دوم خاجی به‌عنوان انتهای قوس استفاده شود. پس از علامت‌گذاری نشانه‌های استخوانی، آزمون گر خط کش منعطف را به‌طور دقیق بر قوس کمر منطبق کرده و نقاطی از خط کش که در تماس با نشانه‌های استخوانی بود با ماژیک علامت‌گذاری می‌کرد. سپس، خط کش به آرامی و با دقت بر روی کاغذ سفید منتقل و قوس شکل‌گرفته بر روی آن ترسیم شد. در نهایت، با استفاده از فرمول  $\theta = 4 \text{Arctan} \left( \frac{2H}{L} \right)$  اندازه‌گیری شده و زاویه قوس کمری محاسبه شد. در این فرمول L وتر کمان T12-S2، H خط عمود منصف قوس که بر L عمود می‌شود است. عدد حاصله مبین زاویه  $\theta$  یا زاویه انحنای کمر به درجه است. اندازه‌گیری سه بار انجام شد. برای اندازه‌گیری قوس کمری به کمک خط کش منعطف پایایی بالایی (ICC = 97%) گزارش شده است (۲۵).

برای اندازه‌گیری ناهنجاری‌های زانو ضربدری از کولیس استخوانی ساخت ایران با دقت ۰/۱ سانتی‌متر استفاده شد. برای اندازه‌گیری فاصله بین دو قوزک داخلی ران، فرد باید ایستاده و تنه خود را صاف نگه دارد و زانوها باید در حالت اکستنشن کامل قرار گرفته باشد. آزمودنی باید بدون کفش و جوراب درحالی که زانوها، زان‌ها و پاهای او دیده می‌شوند در مقابل آزمونگر به صورت کاملاً راحت بایستد. عضلات ران نباید متحمل انقباضی غیرطبیعی و تنش غیرمعمول باشد. درحالی که قوزک‌های داخلی پا به هم مماس می‌باشند، فاصله بین دو قوزک داخلی مچ پا با کولیس اندازه‌گیری شد. میزان فاصله بیش از ۲/۵ سانتی‌متر به‌عنوان زانوی ضربدری شناخته شد (۲۶). برای اندازه‌گیری زاویه Q از گونیامتر یونیورسال ساخت ژاپن با دقت ۰/۱ درجه استفاده شد. زاویه Q پای غالب آزمودنی‌ها (پایی که جهت ضربه زدن به توپ استفاده می‌کنند) در حالت ایستاده و در حالتی که زانو و ران اکستنشن طبیعی داشتند و بدون کفش



اندازه‌گیری شد. قبل از اندازه‌گیری زاویه Q، مرکز کشکک، برجستگی درشتنی و خار خاصره‌ای قدامی-فوقانی با لمس دقیق مشخص شد و سپس با مائیک علامت‌گذاری شد. مرکز گونیامتر روی مرکز کشکک، بازوی بزرگ آن در جهت خار خاصره‌ای قدامی-فوقانی و بازوی کوچک آن روی برجستگی درشتنی قرار گرفت. درحالی‌که عضلات چهارسرانی به‌صورت شل و بدون انقباض قرار داشت زاویه Q اندازه‌گیری شد. زاویه بیشتر از ۱۷ درجه به‌عنوان عارضه زانوی ضربداری در نظر گرفته شد (۲۷). از پروتکل تمرینی آکادمی ملی طب ورزش آمریکا (NASM) که شامل چهار مرحله تکنیک‌های مهارتی بافت مایوفاشیال، طولی سازی، تمرینات فعال‌سازی و تمرینات انسجامی است، جهت رفع اختلالات حرکتی، لوردوز کمری و زانوی ضربداری آزمودنی‌ها استفاده شد. از آزمودنی‌ها و والدین آن‌ها خواسته شد در طول برنامه تمرین اصلاحی از انجام تمرینات در منزل خودداری کنند و سایر فعالیت‌های ورزشی که می‌توانست بر نتایج تحقیق تأثیرگذار باشد را در طول دوره انجام ندهند. جلسات تمرینی به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه انجام شد. در ابتدای جلسه تمرینات ساده برای گرم کردن انجام شد و سپس تمرینات اصلاحی به مدت ۴۰ تا ۵۰ دقیقه اجرا می‌شد و در انتها تمریناتی جهت پایین آوردن ضربان قلب و سرد کردن انجام می‌گرفت. گروه‌های مورد مطالعه طبق برنامه‌ریزی در زمان متفاوتی در محل اجرای تمرین حضور پیدا می‌کردند که تمرینات گروه‌ها دچار اختلال نشود. بعد از اتمام دوره تمرینی، پس‌آزمون به عمل آمد تا تأثیر اعمال تمرینات اصلاحی بر متغیرهای وابسته مورد بررسی قرار گیرد. تمامی تمرینات و اندازه‌گیری‌ها با ابزار یکسان و در یک مکان توسط محققین صورت گرفت. در این پروتکل تمرینی برای عارضه زانوی ضربداری رهاسازی بافت مایوفاشیال عضلات دوقلو و نعلی، نزدیک‌کننده‌های ران و نوار خارصره‌ای-درشتنی انجام شد. سپس تمرینات افزایش طول برای عضلات فوق اعمال شد (جدول ۱). تمرینات فعال‌سازی و تقویتی برای عضلات درشتنی قدامی و خلفی، عضلات سرنی بزرگ و میانی انجام شد. تمرینات انسجامی شامل پرش طول، پرش جفت، پرش در مقابل دیوار و لی لی با یک پا و همچنین تمرینات انسجامی پیش‌رونده شامل لانچ، پله و اسکات با توپ و اسکات با یک پا در طی تمرینات استفاده شد (۴). برای عارضه لوردوز کمری رهاسازی بافت مایوفاشیال عضله پشتی بزرگ و راست رانی و تمرینات افزایش طول برای عضلات خم‌کننده‌های ران، پشتی بزرگ و راست‌کننده ستون فقرات انجام گرفت (جدول ۲). تمرینات فعال‌سازی و تقویتی برای عضلات شکم و سرنی اعمال شد. تمرینات انسجامی اسکات با توپ و پرس بالای سر در طی تمرینات استفاده شد (۴). برای گروه دارای اختلال حرکتی نیز تمرینات لوردوز کمری و زانوی ضربداری در یک جلسه تمرینی انجام شد و زمان جلسه تمرینی ۶۰ تا ۷۰ دقیقه طول می‌کشید. در این گروه ابتدا تمرینات لوردوز کمری و سپس تمرینات زانوی ضربداری انجام می‌شد و تمرینات انسجامی که بین دو عارضه مشابه بود (اسکات با توپ) فقط یک‌بار استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از روش شاپیروویلیک استفاده شد. اطلاعات جمع‌آوری شده توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ و اکسل تجزیه و تحلیل شده و علاوه بر استفاده از شاخص‌های آمار توصیفی میانگین و انحراف معیار از روش‌های آماری استنباطی پارامتریک t وابسته و ناپارامتریک یو من ویتنی استفاده شد. کلیه تحلیل‌ها در سطح معناداری  $p < 0.05$  انجام شد.

## نتایج

ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌های پژوهش در جدول ۳ آمده است. هر سه گروه در متغیرهای سن، قد، جرم و توده بدنی همگن بودند و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. جدول ۴، نتایج تأثیر ۸ هفته تمرین با رویکرد NASM بر زاویه لوردوز کمری، زاویه Q و فاصله بین دو قوزک داخلی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود تمرین باعث بهبودی معنی‌داری بر زاویه لوردوز کمری ( $p=0.011$ ) و زاویه Q ( $p=0.032$ ) داشته است ولی تأثیر معنی‌داری بر فاصله قوزک‌های داخلی نداشته است ( $p=0.086$ ).



جدول ۱. تمرینات اصلاحی با رویکرد NASM برای اصلاح زانوی ضربدری

مرحله	نوع تمرین	عضلات	متغیرهای تمرین
مهاری	رهاسازی مایوفاشیال	دوقلو، نعلی، نوار خاصره‌ای-درشت‌نئی، اداکتورها، دوسر رانی	بر روی عضله هدف ۳۰ ثانیه با فوم رولر رهاسازی انجام شود
افزایش طول	کشش ایستا و پویا	دوقلو، نعلی، نوار خاصره‌ای-درشت‌نئی، اداکتورها، دوسر رانی	نگهداری کشش به مدت ۳۰ ثانیه در حالت ایستا
فعال‌سازی	ایزومتریک وضعیتی یا تقویت مجزا	درشت‌نئی خلفی و قدامی، سرینی بزرگ و میانی	۴ تکرار با شدت فزاینده ۲۰، ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد یا ۱۵-۱۰ تکرار به همراه ۲ ثانیه انقباض درون‌گرا و ۴ ثانیه انقباض برون‌گرا
انسجام	حرکات پویا	پرش طول، پرش جفت، پرش در مقابل دیوار و لی لی با یک پا، لانچ، پله و اسکات با توپ و اسکات با یک پا	۱۵-۱۰ تکرار کنترلی

جدول ۲. تمرینات اصلاحی با رویکرد NASM برای اصلاح لوردوز کمری

مرحله	نوع تمرین	عضلات	متغیرهای تمرین
مهاری	رهاسازی مایوفاشیال	عضله پشتی بزرگ و راست رانی	بر روی عضله هدف ۳۰ ثانیه با فوم رولر رهاسازی انجام شود
افزایش طول	کشش ایستا و پویا	عضلات خم‌کننده‌های ران، پشتی بزرگ و راست‌کننده ستون فقرات	نگهداری کشش به مدت ۳۰ ثانیه در حالت ایستا
فعال‌سازی	ایزومتریک وضعیتی یا تقویت مجزا	عضلات شکم و سرینی	۴ تکرار با شدت فزاینده ۲۰، ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد یا ۱۵-۱۰ تکرار به همراه ۲ ثانیه انقباض درون‌گرا و ۴ ثانیه انقباض برون‌گرا
انسجام	حرکات پویا	اسکات با توپ و پرس بالای سر	۱۵-۱۰ تکرار کنترلی

جدول ۳. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها

گروه اختلالات حرکتی	جرم (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	سن (سال)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )
گروه اختلالات حرکتی	۵۴/۴±۳/۱	۱۴۹/۶±۳/۶	۱۳/۶±۲/۴	۲۱/۱±۲/۶
گروه لوردوز کمری	۵۳/۶±۲/۵	۱۴۸/۵±۳/۵	۱۴/۵±۲/۱	۲۰/۴±۱/۸
گروه زانوی ضربدری	۵۲/۲±۴/۶	۱۵۰/۱±۲/۲	۱۳/۲±۲/۷	۲۰/۹±۱/۳

جدول ۴. زاویه لوردوز کمری، زاویه Q و فاصله قوزک‌های داخلی

زاویه لوردوز کمری (درجه)	قبل از تمرین	بعد از تمرین	سطح معنی‌داری
زاویه لوردوز کمری (درجه)	۴۹±۲	۴۲±۳	۰/۰۱۱*
زاویه Q (درجه)	۱۷/۵±۱/۴	۱۴/۲±۲/۳	۰/۰۳۲*
فاصله قوزک‌ها (سانتی‌متر)	۳/۲±۱/۲	۲/۸±۱/۱	۰/۰۸۶

\* سطح معنی‌داری  $p < 0.05$ 

**جدول ۵ و ۶** ارزیابی اختلالات حرکتی از نمای قدامی، جانبی و خلفی طی حرکت اسکات بالای سر را نشان می‌دهد. همان‌طور که نتایج نشان داد در پیش‌آزمون ۳۹ مورد اختلال حرکتی در نمای قدامی وجود داشته است که بعد اجرای دوره تمرینی این تعداد به ۶ مورد کاهش یافته است. اختلالات حرکتی از نمای جانبی در پیش‌آزمون ۲۷ مورد وجود داشته است که بعد اجرای دوره تمرینی این تعداد به ۱۱ مورد کاهش یافته است. ارزیابی اختلال حرکتی از نمای خلفی و در پیش‌آزمون ۴۰ مورد مشاهده شده است که بعد از تمرین این تعداد به ۱۳ مورد کاهش یافته است. نتایج نشان داد تأثیر دوازده هفته تمرین اصلاحی با رویکرد NASM بر اختلالات حرکتی در نمای قدامی شامل صاف شدن کف‌پای راست ( $p=0.02$ )، حرکت به داخل زانوی راست ( $p=0.01$ ) و چپ ( $p=0.03$ )، از

نمای جانبی شامل گودشدن کمر ( $p=0/01$ ) و از نمای خلفی بر صاف شدن کف پا ( $p=0/01$ )، انتقال نامتقارن وزن به راست ( $p=0/01$ ) و چپ ( $p=0/02$ ) تأثیر مثبت معنی‌داری داشته است.

جدول ۵. ارزیابی اختلالات حرکتی از نمای قدامی، جانبی و خلفی

گروه	نمای قدامی	تعداد	نمای جانبی	تعداد	نمای خلفی	تعداد
پیش از آزمون	چرخش به خارج پای راست	۲	خمیدگی فزاینده به جلو	۲	صاف شدن کف پا	۱۳
	چرخش به خارج پای چپ	۴	گرد شدن کمر	۲	انتقال نامتقارن وزن به راست	۱۴
	صاف شدن کف پای راست	۱۰	گودشدن کمر	۱۱	انتقال نامتقارن وزن به چپ	۱۳
	صاف شدن کف پای چپ	۰	قرار گرفتن دست‌ها در جلو	۱۲	-	-
	حرکت به داخل زانوی راست	۱۰	-	-	-	-
پس‌آزمون	حرکت به داخل زانوی چپ	۱۳	-	-	-	-
	چرخش به خارج پای راست	۰	خمیدگی فزاینده به جلو	۳	صاف شدن کف پا	۵
	چرخش به خارج پای چپ	۰	گرد شدن کمر	۴	انتقال نامتقارن وزن به راست	۵
	صاف شدن کف پای راست	۲	گودشدن کمر	۲	انتقال نامتقارن وزن به چپ	۳
	صاف شدن کف پای چپ	۰	قرار گرفتن دست‌ها در جلو	۲	-	-
	حرکت به داخل زانوی راست	۲	-	-	-	-
	حرکت به داخل زانوی چپ	۲	-	-	-	-

جدول ۶. نتایج آماری ارزیابی اختلالات حرکتی از نمای قدامی، جانبی و خلفی

گروه	نمای قدامی	U	P	نمای جانبی	U	P	نمای خلفی	U	P
مقایسه پیش و پس از آزمون	چرخش به خارج پای راست	۱۹۵	۰/۲۹	خمیدگی فزاینده به جلو	۱۷۰	۰/۱۷	صاف شدن کف پا	۱۵۰	۰/۰۱*
	چرخش به خارج پای چپ	۱۹۷	۰/۱۸	گرد شدن کمر	۱۶۰	۰/۵۳	انتقال نامتقارن وزن به راست	۱۵۵	۰/۰۱*
	صاف شدن کف پای راست	۱۸۰	۰/۰۲*	گودشدن کمر	۱۸۰	۰/۰۱*	انتقال نامتقارن وزن به چپ	۱۷۰	۰/۰۱*
مقایسه پیش و پس از آزمون	صاف شدن کف پای چپ	۰	۰	قرار گرفتن دست‌ها در جلو	۱۸۲	۰/۱۱	-	-	-
	حرکت به داخل زانوی راست	۱۸۵	۰/۰۱*	-	-	-	-	-	-
	حرکت به داخل زانوی چپ	۱۹۲	۰/۰۳*	-	-	-	-	-	-

## بحث

اختلالات عملکردی و ناهنجاری‌های سیستم اسکلتی-عضلانی در نوجوانان شیوع نسبتاً بالایی دارد و تمرین اصلاحی جهت کاهش عوارض جسمانی آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از این مطالعه بررسی اثربخشی تمرینات اصلاحی با رویکرد NASM بر اختلالات عملکردی، لوردوز کمری و زانوی ضربدری دختران ۱۲-۱۵ سال بود. نتایج به دست آمده در زمینه کاهش گودی کمر پس از تمرینات اصلاحی با نتایج تحقیق کمالی و همکاران (۱۳۹۴) همسو است (۱۶). نتایج این مطالعه در زمینه تأثیر تمرین اصلاحی NASM بر زانوی ضربدری با مطالعه شعبانی و همکاران (۱۴۰۲) و شاهرخی و همکاران (۱۳۹۹) همسو بود (۱۷، ۲۲). در زمینه

تأثیر تمرینات NASM بر اختلالات عملکردی با نتایج مطالعه بل و همکاران (۲۰۱۳) همسو است (۲۸). همان طور که نتایج نشان داد تمرینات اصلاحی با رویکرد NASM تأثیر معناداری در کاهش اختلالات حرکتی و همچنین باعث بهبودی در زاویه لوردوز کمری و زاویه Q زانو داشته است ولی تأثیر معنی داری بر فاصله قوزک‌های داخلی نداشت.

قوس‌های طبیعی ستون فقرات برای داشتن پاسچری مطلوب بسیار ضروری است. انحناهای طبیعی در ستون فقرات سبب کاهش فشار بر روی مجموعه دیسک و مهره و همچنین جلوگیری از ناهنجاری‌های ثانویه و جبرانی می‌شود (۲۹). مهره‌های ناحیه کمری بیشترین وزن تنه و اندام فوقانی را تحمل می‌کنند و در صورتی که قوس این ناحیه افزایش پیدا کند، فرد را در معرض خطرات و ناهنجاری‌های ثانویه و جبرانی قرار می‌دهد (۳۰). در عارضه گودی کمر اعتقاد بر این است که عضلات ستون فقرات ناحیه کمری دچار سفتی و بیش فعالی قرار می‌گیرند و عضلات مخالف آن ضعیف یا فعالیت آن‌ها کاهش پیدا کرده است که باعث می‌شود تیلت قدامی لگن و در نتیجه زاویه لوردوز کمری افزایش یابد. مرحله ابتدایی تمرینات NASM مهار عضلات بیش‌فعال است و مرحله بعدی آن کشش عضلات سفت یا کوتاه شده است. همچنین مرحله سوم این پروتکل تقویت و فعال‌سازی عضلات ضعیف است که نتایج نشان می‌دهد این رویکرد اصلاحی می‌تواند باعث کاهش لوردوز کمری دختران ۱۲-۱۵ سال شود. می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات چهار مرحله‌ای NASM که مهارت‌های زیستی- حرکتی را بازبایی می‌کند و علاوه بر آن با فعال‌سازی و تقویت عضلات ضعیف طی تمرین، باعث بهبود زاویه لوردوز کمری و همچنین ناراستایی‌های پویایی مرتبط با آن شده است (۳۱).

ناترازی زانو در صفحه فرونتال و افزایش والگوس زانو باعث افزایش فشار مکانیکی بر بافت‌های پیوندی اطراف زانو می‌شود. همچنین والگوس زانو باعث افزایش زاویه Q زانو، چرخش داخلی درشتنی و افزایش پرونیشن کف پا و صاف شدن آن می‌شود (۳۲). مطالعات قبلی نشان داده است که عضلات لگن در حفظ والگوس زانو نقش مهمی ایفا می‌کنند و کاهش فعالیت سرنی بزرگ با افزایش والگوس زانو و ضربدری شدن زانوها مرتبط است (۳۳). درشتنی قدامی و خلفی در حفظ قوس داخلی کف پا و در نتیجه چرخش خارجی درشتنی و کاهش زاویه والگوس زانو مؤثر هستند (۳۴). در این تمرینات عضلات لگن و ساق پا تحت تمرینات فعال‌سازی و تقویتی قرار گرفت و با انجام تمرینات انسجمی سعی شد تراز طبیعی زانو در صفحه فرونتال حفظ شود و کاهش تمایل زانو به داخل و کاهش زاویه والگوس زانو را پس از تمرینات شاهد باشیم و این نتایج نشان داد که ۸ هفته تمرینات اصلاحی با رویکرد NASM می‌تواند در کاهش زاویه Q زانو و متمایل شدن زانوها به داخل طی حرکت اسکات بالای سر مؤثر باشد.

در ارزیابی اختلالات حرکتی با آزمون اسکات بالای سر، عضلات بیش‌فعال و عضلات کم‌فعال شناسایی می‌شوند و پروتکل تمرینی NASM جهت رهاسازی و تقویت آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مطالعه تمرین اصلاحی جهت رفع اختلالات حرکتی پویای گودشدن کمر (لوردوز کمری)، متمایل شدن زانو به داخل و صاف شدن کف پا (زانوی ضربدری) انجام شد. نتایج نشان داد تمرینات ناهنجاری پاسچر ایستا که شامل لوردوز کمری و زانوی ضربدری بود توانسته است باعث کاهش اختلالات حرکتی با ارزیابی توسط اسکات بالای سر شود. همچنین تمرینات تقویتی عضلات سرنی و تمرینات انسجمی باعث کاهش انتقال نامتقارن وزن در بین دانش‌آموزان شده است. در این مطالعه ناهنجاری ایستا و هم پویا مورد بررسی قرار گرفت. در بررسی اختلالات حرکتی که به‌صورت کیفی انجام می‌شود، تأثیر دقیق تمرین بر عارضه‌های اسکلتی-عضلانی مشخص نیست. به همین دلیل ارزیابی ایستا نیز مورد بررسی قرار گرفت تا تأثیر تمرین اصلاحی بر بهبود عارضه و اختلالات حرکتی با دقت بیشتری انجام شود. بل و همکاران (۲۰۱۳)، در تحقیقی به بررسی والگوس زانو بعد از مداخله تمرینی اصلاحی در جوانان مبتلابه والگوس در طی حرکت اسکات

پرداختند. تمرینات اصلاحی آن‌ها با تأکید بر تقویت و افزایش انعطاف‌پذیری عضلات زانو و مچ پا انجام شد و نتایج آن‌ها نشان داد که مداخله تمرینی اصلاحی باعث کاهش والگوس زانو در طی حرکت اسکات می‌شود (۲۸). نتایج پژوهش حاضر نشان داد تمرینات اصلاحی با رویکرد NASM به‌خوبی عمل کرده است و باعث شده است تراز زانو در صفحه فرونتال که همان متمایل شدن زانو به داخل و صاف شدن کف پا است و همچنین گودشدن کمر در ارزیابی استاتیک و دینامیک کاهش یابد. بدین سو پیشنهاد می‌شود تمرینات اصلاحی با رویکرد NASM که به تجهیزات بسیار کمی نیاز دارد و در محیط‌های مختلف مدرسه قابل انجام است برای دختران ۱۲-۱۵ سال مورد استفاده قرار گیرد تا دانش‌آموزانی که در مرحله رشد هستند تا قبل از بلوغ از ناهنجاری‌های پاسچر و اختلالات عملکردی رهایی یابند.

## نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج تحقیقات به نظر می‌رسد انجام تمرینات با رویکرد NASM موجب رفع و کاهش زاویه لوردوز کمری و اصلاح زانوی ضربدری در ارزیابی ایستا و کاهش اختلالات حرکتی پویای گودشدن کمر، انتقال نامتقارن وزن، متمایل شدن زانو به داخل و صاف شدن پا در دختران سنین ۱۲-۱۵ سال می‌شود و گنجاندن این پروتکل تمرینی در برنامه ورزشی و فوق‌برنامه مدارس باعث کاهش بروز و همچنین عدم پیشرفت آسیب‌های اسکلتی-عضلانی در دانش‌آموزان می‌شود.

## تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از معاونت محترم تربیت‌بدنی ناحیه ۲ همدان، مدیران مدارس و تمامی آزمودنی‌های شرکت‌کننده در پژوهش تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

## ملاحظات اخلاقی

### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی اصول اخلاقی در این پژوهش رعایت شده است. همه شرکت‌کنندگان با رضایت کامل در مطالعه شرکت کردند و به آن‌ها اطمینان داده شد که تمام اطلاعات مربوط به آن‌ها محرمانه باقی خواهد ماند.

## 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. Kim D, Cho M, Park Y, Yang Y. Effect of an exercise program for posture correction on musculoskeletal pain. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(6):1791-4. [DOI:10.1589/jpts.27.1791] [PMID]
2. Kermani MT, Atri AE, Yazdi NK. The effect of eight weeks corrective exercise on the functional kyphosis curvature in the teenager girls. *J Rehabil Med*. 2017;6(1):161-8.
3. Rezvankhah N, Alizadeh MH. The effect of four months of detraining following eight months of corrective exercises on lumbar lordosis of schoolgirls. *Ann Appl Sport Sci*. 2013;1(2):19-24.
4. Clark M, Lucett S. *NASM essentials of corrective exercise training*. Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
5. Rusnák R, Kolarová M, Aštaryová I, Kutiš P. Screening and early identification of spinal deformities and posture in 311 children: results from 16 districts in Slovakia. *Rehabil Res Pract*. 2019. [DOI:10.1155/2019/4758386] [PMID]
6. Mitova S, Popova D, Gramatikova M. Postural disorders and spinal deformities in children at primary school age. System for screening, examination, prevention and treatment. *Act Phys Educ Sport*. 2014;4(2):172-7.
7. Bagherian Dehkordi S. Screening of Functional Movement Pattern and Balance of Professional Athletes with the Aim of Preventing Sport Injuries. *J Paramed Sci Rehabil*. 2023;12(3):7-21.
8. Shariati M, Zilaie Bori S. Relationship between Flexibility and Somatotype with Lumbar Lordosis in Young Girls. *Sci J Rehabil Med*. 2018;7(4):208-16.
9. Hassanpour S, Bambaeechi E, Rahnama N, Mashhadi M. The effect of eight weeks of combined training on knee alignment in teenager girls mentally retarded. international congress on physical education and sport sciences. Feb 19-20, 2015, Tehran.
10. Sayed A, Elmenyawee G, Abdelsabour A. Assessment of postural deviations in girls school age students. *Int J Physiother Res*. 2017;5(3):2144-8. [DOI:10.16965/ijpr.2017.162]
11. Sparrey CJ, Bailey JF, Safae M, Clark AJ, Lafage V, Schwab F, et al. Etiology of lumbar lordosis and its pathophysiology: a review of the evolution of lumbar lordosis, and the mechanics and biology of lumbar degeneration. *Neurosurg Focus*. 2014;36(5):E1. [DOI:10.3171/2014.1.FOCUS13551] [PMID]
12. Dimitrijević V, Šćepanović T, Milankov V, Milankov M, Drid P. Effects of corrective exercises on lumbar Lordotic angle correction: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(8):4906. [DOI:10.3390/ijerph19084906] [PMID]
13. Ugalde V, Brockman C, Bailowitz Z, Pollard CD. Single leg squat test and its relationship to dynamic knee valgus and injury risk screening. *Pm&r*. 2015;7(3):229-35. [DOI:10.1016/j.pmrj.2014.08.361] [PMID]
14. Jabbar KM, Gandomi F. The comparison of two corrective exercise approaches for hyperkyphosis and forward head posture: A quasi-experimental study. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2021;34(4):677-87. [DOI:10.3233/BMR-200160] [PMID]
15. Abdolazadeh M, Daneshmandi H. Effect of a Corrective Exercise Program Based on the National Academy of Sports Medicine', s Protocol on Forward Head Angle and Cervical Joint Position Sense in Females with Forward Head Posture. *J Rehab Med* 2023;11(6):878-891. [DOI:10.32598/SJRM.11.6.3]

16. Kamali M, Ghasemi B, Moradi MR, Bagherian-Dehkordi S. Comparing the Effect of Two Kinds of the Traditional and the NASM Corrcetive Exercises Training Protocols on the Correction of Hyperlordosis in Female Students. *J Res Rehabil Sci.* 2015;11(2):155-63.
17. Shahrokhi H, mehrabian H, Abdollahi Natanzi N. The effect of two kind of the current and NASM corrective exercises on the dynamic Q angle and position sense in girl students with Genu Valgum. *J Res Sport Rehabil.* 2020;8(15):55-66.
18. Alipanah T, Daneshjoo A M sadati SK. Comparison of NASM and Theraband correction exercises on balance and a selection of knee kinematic parameters in girls suffering pain due to genuvarum. *J Anesth & Pain.* 2023;14(1):11-22.
19. Ghiami Rad A, Fattahi Turki A SB. Comparison of the Effectiveness of Two Corrective Exercise Methods (NASM) and Corrective Games on Genu Varum in Boys Aged 10-12. *J Sport Biomech.* 2023;9(2):128-138.
20. Dedaj M. Educational function of preventive and corrective exercises. *Res Pedagog.* 2014;4(1):58-88.
21. Yadolazadeh A, Karbalaie M, Salehian MH. Effect of Corrective exercises on body indexes and some fitness factors in girls with scoliosis. *Life Sci J.* 2019;9(1):59-68.
22. Shabani D, Sokhanguai Y, Matinhomae H. The effect of a period of corrective and exercise movements on improving the deviations of the frontal knee plate in active male. *J Rhab Sci & Res.* 2023;10(4):175-181.
23. Abdollahpour Darvishani M, Barghamadi M, Kiani A. The effect of comparison kinesio taping and corrective exercise on genu varum and knee kinematics in adolescent soccer players. *J Sport Biomech.* 2018;4(2):59-69.
24. Mohammadi H, Daneshmandi H, Alizadeh M, Shamsimajlan A. The effect of dynamic knee valgus during overhead squat on distal and proximal knee joints muscle strength and range of motion in basketball players. *J Sport Biomech.* 2018;3(4):17-27.
25. Hajiloo B, Esmaili H, Anbarian M. Relationship between hyperlordosis and back muscles endurance. *J Maz Univ Med Sci.* 2013;23:95-103.
26. Jalalvand H, Fatahi A, Entezari Khorasani Z. Comparison of the Kinematic Pattern of Knee Joint Flexion in Healthy and Genu Valgum and Genu Varum Children During Jumping. *J Sport Biomech.* 2022;7(4):270-9. [DOI:10.32598/biomechanics.7.4.294.2]
27. Pantano KJ, White SC, Gilchrist LA, Leddy J. Differences in peak knee valgus angles between individuals with high and low Q-angles during a single limb squat. *Clin Biomech.* 2005;20(9):966-72. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2005.05.008] [PMID]
28. Bell DR, Oates DC, Clark MA, Padua DA. Two-and 3-dimensional knee valgus are reduced after an exercise intervention in young adults with demonstrable valgus during squatting. *J Athl Train.* 2013;48(4):442-9. [DOI:10.4085/1062-6050-48.3.16] [PMID]
29. Hey hwd, Lau ET-C, Tan K-A, Lim JL, Choong D, Lau L-L, et al. Lumbar spine alignment in six common postures: an ROM analysis with implications for deformity correction. *Spine.* 2017;42(19):1447-55. [DOI:10.1097/BRS.0000000000002131] [PMID]
30. Jun HS, Kim JH, Ahn JH, Chang IB, Song JH, Kim TH, et al. The effect of lumbar spinal muscle on spinal sagittal alignment: evaluating muscle quantity and quality. *Neurosurgery.* 2016;79(6):847-55. [DOI:10.1227/NEU.0000000000001269] [PMID]

31. Jamali Brayjani S, Alizadeh MH, Amini M. A Review of Corrective Exercise Protocols in People with Lumbar Lordosis Disorders. Pars J Med Sci. 2022;18(2):9-18. [DOI:10.52547/jmj.18.2.9]
32. Esmaili H, Anbarian M, Hajilou B. A comparison of immediate and long-term effects of orthoses on leg muscles co-contraction ratio among individuals with pes planus during walking. 2014;2(3):31-39.
33. Koorosh-fard N, Rajabi R, Shirzad E. Effect of feedback corrective exercise on knee valgus and electromyographic activity of lower limb muscles in single leg squat. Arch Rehabil. 2015;16(2):138-47.
34. Saki F, Romiani H, Ziya M, Gheidi N. The effects of gluteus medius and tibialis anterior kinesio taping on postural control, knee kinematics, and knee proprioception in female athletes with dynamic knee valgus. Phys Ther Sport. 2022;53:84-90. [DOI:10.1016/j.ptsp.2021.11.010] [PMID]