

Research Paper



The Effect of Extra Functional Exercises with and without Functional Muscle Stimulation on the Lumbar Lordosis in Women Aged 20-30 Years in Tabriz

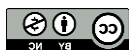
*Amir Ghiami Rad¹, Solmaz Jafari Amirkhiz², Behnam Shahbazi³

1. Department of Movement Behavior, Faculty of Sports Sciences, Tabriz University, Tabriz, Iran.
2. Sports Sciences Department, Shams Institute of Science and Technology, Tabriz, Iran.
3. Department of Sports Biomechanics, Faculty of Sports Sciences, Bu Ali Sina University, Hamadan, Iran.



Citation: Ghiami Rad A, Jafari Amirkhiz S, Shahbazi B. The Effect of Extra Functional Exercises with and without Functional Muscle Stimulation on the Lumbar Lordosis in Women Aged 20-30 Years in Tabriz (Persian). Journal of Sport Biomechanics. 2023;9(3):192-202.
<https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.3.381.3>

<https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.3.381.3>



Article Info:

Received: 13Nov. 2023

Accepted: 27 Jan. 2024

Available Online: 2 Feb. 2024

Keywords:

Lordosis, Extra functional exercises, Electrical muscle stimulation jump

ABSTRACT

Objective Increased lordosis in the lumbar is one of the causes of poor posture and back pain. The purpose of this research is to investigate the effectiveness of extra-functional exercises with and without functional stimulation of the muscles around the lumbar joints in women with increased lumbar lordosis.

Methods The conducted research is quasi-experimental and applied. The statistical population consisted of 46 women divided into two equal groups within the age group of 20 to 30 years in Tabriz city, each having a lordosis angle of 40 degrees. Evaluation of lordosis angles (control and experimental groups) was measured using a flexible ruler, tilt meter, and McGill test (pre-test). Then, for 6 weeks, the experimental group performed three sessions of exercise protocol and muscle functional stimulation per week, while the control group only received exercises similar to those of the experimental group (post-test). Statistical analysis was conducted using independent t-tests and paired t-tests at a significance level of 0.05.

Results In the experimental group compared to the control group, there was a significant difference in lumbar lordosis and anterior pelvic tilt components in the post-test ($P < 0.05$).

Conclusion Based on the obtained results, it can be acknowledged that central stability exercises (Extra Functional) along with muscle functional stimulation can yield beneficial results in improving lumbar biomechanics in cases of lordosis and hyperlordosis disorders within the statistical population.

*** Corresponding Author:**

Amir Ghiami Rad

Address: Department of Movement Behavior, Faculty of Sports Sciences, Tabriz University, Tabriz, Iran.

Tel: +98 (41) 33393394

E-mail: amirghiami@yahoo.com

Extended Abstract

1. Introduction

Musculoskeletal disorders, including back pain caused by kinesiopathology during daily activities and sports in today's modern society, are one of the most important issues in clinical research. Previous research has linked this issue to lumbar lordosis and the maintenance of back alignment, highlighting its relationship with pain (1). An increase in lumbar lordosis can affect the function of the upper and lower limbs and cause dysfunction in the musculoskeletal system. Additionally, an increase in lumbar lordosis can increase the tilt of the pelvis, and conversely, an increase in anterior tilt can cause the aforementioned abnormality. There is a direct correlation between increased hip tilt and increased hip internal rotation. Moreover, individuals with increased lordosis are more likely to experience knee joint valgus compared to those with normal physical conditions, suggesting that lumbar lordosis may affect lower limb alignment (2).

2. Methods

The present study was a quasi-experimental intervention with a control group. It is quantitative research in terms of data type and applied research in terms of purpose. The statistical population of the purposive research comprised housewives aged 20 to 30 years with a lordosis angle ranging from more than 40 degrees to 56 degrees in Tabriz city. The sample size in both experimental and control groups was calculated using G. Power software, with 46 participants in each group. Both groups underwent measurements before and after the intervention using a tilt meter, flexible ruler, and McGill functional test. The experimental group underwent a 6-week training protocol with muscle functional stimulation, consisting of three sessions per week. The control group received exercises similar to those of the experimental group (post-test). Statistical analysis was performed using independent t-tests and paired t-tests at a significance level of 0.05.

3. Results

In the experimental group compared to the control group in the post-test, there was a significant difference in the components of lumbar lordosis and anterior pelvic tilt ($P=0.05$). The use of sports rehabilitation protocols with muscle functional stimulation in non-athletic women, as studied in this research, had a significant effect in reducing the duration and popularity of sports and therapeutic rehabilitation courses.

Table 5. Independent t-test Results of Experimental and Control Groups

The type of abnormality	The mean of the experimental group	The mean of the control group	T	P.value
Lumbar lordosis angle	51.5	52.0	5.25	0.004
Anterior pelvic tilt	18.3	18.6	10.02	0.12

4. Conclusion

One of the most important training methods for improving the pelvic girdle and preventing dysfunction in daily activities is the use of key muscles for active stability in the joints. Previous studies have highlighted the effectiveness and efficiency of exercises with functional flow in this regard. Investigating the mechanism of nerve and muscle stimulation to enhance performance through rehabilitation and sports systems suggests an increase in muscle stimulation simultaneous with involuntary activation of motor units. The significant decrease in lumbar lordosis and anterior pelvic tilt angles in the experimental group compared to the control group underscores the potential benefits of such interventions. Research indicates that physical activities play a crucial role in treating and controlling lumbar lordosis and associated back pain, particularly in youth and adolescence. The use of sports rehabilitation protocols alongside muscles functional stimulation in non-athletes, as studied in this research, can significantly reduce the duration and popularity of sports and therapeutic rehabilitation courses.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The principles of ethics in research, including those outlined in the Helsinki principles (informed consent to participate in research and benefit from rehabilitation counseling), were observed in this article. Participants were allowed to withdraw from the study at any time, and their information was kept confidential.

Funding

This research was financially supported by the Shams Institute of Science and Technology.

Authors' contributions

All authors participated in measuring the musculoskeletal system, implementing the study, and writing this research.

Conflicts of interest

The authors of this article declare no conflicts of interest.

مقاله پژوهشی

تأثیر تمرینات اکسترفانکشنال با و بدون تحریک عملکردی عضلانی بر میزان لوردوز کمری زنان ۲۰ الی ۳۰ ساله تبریز

*امیر قیامی‌راد^۱، سولماز جعفری امیرخیز^۲، بهنام شهبازی^۳

۱. گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲. گروه آموزش علوم ورزشی، مؤسسه علم و فناوری شمس، تبریز، ایران.

۳. گروه بیومکانیک ورزشی دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

چکیده

هدف لوردوز افزایش‌یافته در کمربند کمری-لگنی یکی از علت‌های وضعیت بدنی مخرب و بروز کمردرد می‌باشد. هدف از اجرای پژوهش حاضر بررسی اثربخشی تمرینات اکسترفانکشنال با و بدون تحریک عملکردی عضلات حول مفاصل کمری در زنان دچار لوردوز کمری افزایش‌یافته است.

روش‌ها پژوهش انجام شده شبه تجربی و از نوع کاربردی است. جامعه آماری ۴۶ زن در دو گروه مساوی با رده سنی ۲۰ الی ۳۰ ساله شهرستان تبریز با زاویه لوردوز ۴۰ درجه بوده است. ارزیابی زوایای لوردوز (گروه کنترل و تجربی) با استفاده از خط کش منعطف، تیلت سنچ و آزمون مک‌گیل مورد سنجش قرار گرفت (پیش‌آزمون). سپس گروه تجربی به مدت ۶ هفته و هفته‌ای سه جلسه پروتکل تمرینی و تحریک عملکردی عضلانی را انجام دادند. گروه کنترل فقط تمرینات مدنظر را مطابق با گروه تجربی دریافت نمودند (پس‌آزمون). بررسی آماری به روش تی مستقل و تی زوجی در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام گرفت.

یافته‌ها نتایج در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل در پس‌آزمون تفاوت معناداری در مؤلفه لوردوز کمری و تیلت قدامی لگن گروه تحت مداخله نسبت به گروه کنترل وجود داشت ($p < 0/05$).

نتیجه‌گیری با اتکا به نتایج به‌دست‌آمده، می‌توان اذعان کرد که تمرینات ثبات مرکزی (اکسترفانکشنال) همراه با تحریک عملکردی عضلانی می‌تواند نتایج سودمندی در بهبود بیومکانیک حرکتی در ناحیه کمر در اختلال لوردوز و هایپرلوردوزیس جامعه آماری مدنظر داشته باشد.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۲ آبان ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۷ بهمن ۱۴۰۲

تاریخ انتشار: ۱۲ بهمن ۱۴۰۲

کلید واژه‌ها:

لوردوز، تمرینات اکسترفانکشنال، تحریک عملکردی عضلات

*نویسنده مسئول:

امیر قیامی‌راد

آدرس: گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

تلفن: ۳۳۳۹۳۳۹۴ (۴۱) ۰۹۸+

ایمیل: amirghiami@yahoo.com

مقدمه

یکی از بحث برانگیزترین موضوعات در مورد سلامت فیزیکی اصلاح وضعیت بدنی^۱ می‌باشد. اختلالات اسکلتی عضلانی شناسایی شده در ایجاد کمر درد، یکی از مسائل مهم از نظر پژوهشگران می‌باشد، طبق تحقیقات پیشین بین ایجاد دردهای کمری و افزایش گودی کمر ارتباط نزدیکی وجود دارد (۱،۲). شکل‌گیری این انحنا به میزان زاویه گوه‌ای تنه مهره‌ها بستگی دارد. با افزایش زاویه گوه در قسمت خلفی مهره‌ها زاویه لوردوز کمری افزایش می‌یابد (۳). زاویه نرمال در زنان ۲۵ الی ۴۴ ساله ۵۰/۳۴ برحسب درجه و در مردان ۴۲/۰۸ می‌باشد (۴). طبق مطالعات پیشین شکل مهره‌های کمری و دیسک بین آن‌ها بر زاویه لوردوز کمری تأثیرگذار است. تمامی پنج مهره کمری در میزان گودی کمری نقش دارند، باین‌حال؛ آخرین مهره کمری L5 بیشترین نقش در حدود ۴۰ درصد و اولین مهره L1 کمترین نقش در حدود ۵ درصد در میزان لوردوز کمری نقش ایفا می‌کنند (۵). یافته‌های محققین نشان می‌دهد که ارتباط نزدیکی بین زاویه لوردوز کمری و دیگر متغیرهای پاسچرال بدن وجود دارد، راستای لگن و راستای ستون فقرات سینه‌ای در میزان گودی نقش دارند. به‌طور مثال؛ افزایش تیلت قدامی در لگن منجر به فلکشن مهره‌ای و در نتیجه افزایش گودی کمر می‌شود (۶). از دیگر مؤلفه‌های افزایش و یا کاهش این ناهنجاری (لوردوز) نقش مهم عضلات حول مفصل می‌باشد. ضعف عضلات تنه، عدم تعادل عضلانی بین عضلات خم‌کننده و بازکننده و عدم کارکرد سینرژی عضلانی در موقعیت‌های حرکتی روزمره منجر به گودی کمری می‌شود (۷). با توجه به شیوع ناهنجاری حرکتی در مهره‌های کمری به‌خصوص لوردوز در زنان نسبت به مردان و اتکا به تمرینات ثبات مرکزی یا اکسترافانکشنال که اثربخشی آن در بین متخصصین حرکت‌درمانی به اثبات رسیده و مؤثر بوده است (۸). باین‌حال در سال‌های اخیر استفاده از تحریک عملکردی عضلانی^۲ در محیط‌های درمانی و ورزشی رواج پیدا کرده است، از مزیت‌های این روش می‌توان به تحریک هم‌زمان گروه‌های عضلانی بیشتری را به ارمغان آورد به‌علاوه؛ می‌توان در مدت زمان کمتری در قیاس با تمرینات معمول در هر جلسه تمرینی باشد (۹). با توجه به نقش تمرینات اکسترافانکشنال در کاهش لوردوز کمری، افزایش کنترل حرکات کمری-لگنی و همچنین فعال‌سازی عضلات ناحیه مرکزی با به‌کارگیری این نوع از تمرینات، هنوز هم از نظر نحوه اجرای تمرین و نوع انقباضات و شدت آن بین متخصصین اختلاف نظر وجود دارد. همچنین وجود تجهیزات الکتروتراپی و نقش آن‌ها در بازآموزی عضلات دچار آتروفی و غیرفعال محققین را بر آن داشت تا زمینه پژوهشی با عنوان بررسی تأثیر تمرینات اکسترافانکشنال با و بدون تحریک عملکردی عضلانی در زنان با ناهنجاری لوردوز کمری پرداخته شود تا در جهت ارائه روشی با روایی بالا در راستای بازتوانی و استقامت عضلانی در جهت پیشگیری از مشکلات حرکتی در جامعه قدمی هر چند کوچک برداشته باشیم.

روش شناسی

پژوهش حاضر شبه تجربی از نوع مداخله‌ای با گروه کنترل بود. همچنین از لحاظ نوع داده از نوع تحقیقات کمی و به لحاظ هدف از نوع تحقیقات کاربردی است. جامعه آماری پژوهش انجام شده به‌صورت هدفمند زنان خانه‌دار با رده سنی ۲۰ الی ۳۰ سال با زاویه لوردوز بیش از ۴۰ درجه تا ۵۶ درجه در شهرستان تبریز شرکت داشتند. حجم نمونه در دو گروه تجربی و کنترل با استفاده از نرم‌افزار جی پاور با اندازه اثر ۰/۹، ۴۶ نفر به‌طور مساوی محاسبه شد. لازم به توضیح است که قبل از انجام هرگونه ارزیابی طبق اصول کمیته‌های اخلاق مؤسسه علم و فناوری شمس و همچنین بیانیه اخلاق در پژوهش هلسینکی (۱۰) که در ادامه گزارش‌های آن

1. Posture
2. Electrical Muscle Stimulation

اعلام گردید، هم‌چنین در پژوهش فرم‌های مربوط به شرکت آگاهانه و رضایت کامل رعایت گردید و شرکت‌کنندگان را از نتایج ارزشمند تحقیق آگاه ساختیم. فرم اطلاعات فردی و معیارهای ورود که شامل: زنان غیرورزشکار ۲۰ الی ۳۰ ساله بود به‌علاوه؛ معیارهای خروج از پژوهش نیز عبارت‌اند از: جراحی‌های قبلی، زنان با حداقل سه روز در هفته فعالیت ورزشی و شاخص توده بدنی ۱۸ الی ۲۵ بود. ابزارهای لازم جهت سنجش شرکت‌کنندگان شامل؛ ترازوی دیجیتال، خط کش منعطف، تیلت سنج جهت ارزیابی لگن و تست عملکردی مک گیل بوده است. بعد از بررسی اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌ها، تیلت سنج در ارزیابی لگن طبق تحقیقات پیشین بیشتر از ۱۵ درجه را به‌عنوان تیلت قدامی لگن مورد نظر قرار دادیم؛ و برای سنجش قدرت ایزومتریک عضلات تنه از آزمون عملکردی مک گیل بهره بردیم. لازم به توضیح است که از خط کش منعطف که برای اندازه‌گیری غیرتهاجمی در ارزیابی ناهنجاری‌های کایفوز و لوردوز کاربرد دارد استفاده شد، این خط کش با ضریب همبستگی بالایی ۸۱ درصد نسبت به روش‌های تصویربرداری برخوردار است. روش سنجش به‌صورت ایستاده و پاها عرض شانه در شرکت‌کنندگان رعایت شد و مهره‌های ۱۲ توراسیک تا ساکرال ۲ علامت‌گذاری شد. در گروه کنترل فقط به تمرینات اکسترافانکشنال اتکاء شده بود و گروه تجربی نیز علاوه بر تمرینات همراه با جلیقه تحریک عملکردی بوده است. مدت اعمال مداخلات به مدت ۶ هفته و ۳ روز در هفته به مدت ۳۰ دقیقه اعمال شده بود. کلیه حرکات به‌صورت انقباض ایزومتریک و حفظ وضعیت انجام گرفت. جزئیات اجرای تمرینات در جدول ۱ ذیل توضیح داده شده است. پروتکل قبل از اجرای تمرینات شامل اصول گرم کردن طبق کالج پزشکی ورزشی آمریکا انجام شده بود. لازم به توضیح است قبل از ارزیابی‌ها و نحوه انجام تمرینات و آشنایی با جلیقه تحریک عملکردی هم برای تمامی شرکت‌کنندگان در دو نوبت به‌صورت پایلوت صورت گرفته بود. تمرینات مدنظر شامل: منقبض کردن عضلات شکم، پلانک پهلو، حرکت پل، بالا بردن مستقیم پا در حالت روبه شکم، حرکت دست و پای مخالف در وضعیت چهار دست و پا و پلانک بوده است.

جدول ۱. جزئیات تمرینات اکسترافانکشنال

مدت‌زمان انقباض در موقعیت بدنی موردنظر	استراحت بین تکرارها	تعداد تکرار هر تمرین	استراحت بین تمرین‌ها
۸ ثانیه	۵ ثانیه	۱۰ تکرار	۱ دقیقه

در گروه تجربی تمرینات با تحریک الکتریکی عملکردی مطابق با گروه کنترل اعمال شد با این تفاوت که گروه تجربی علاوه بر تمرینات از جریان الکتریکی نیز استفاده کردند. سیستم مورد استفاده ۱۰ کاناله و ساخت کشور آلمان با برند Ems Miha Body Tec W-B بود. لازم به توضیح است که طبق پروتکل اعلامی توسط شرکت سازنده سیستم مدت زمان استفاده از آن در عضلات ۲۰ دقیقه می‌باشد. بدین منظور طبق روش تحقیقات قبلی از فرکانس ۸۵ هرتز و با پهنای پالس ۳۵۰ میکروثانیه با ۸ ثانیه انقباض و ۳ ثانیه استراحت بکار برده شد. به‌علاوه پژوهشگر زیر نظر پزشک هر ۵ دقیقه به علت همخوانی شدن تارهای عضلانی با جریان الکتریکی شدت جریان افزایش داده می‌شد (شکل ۱).

شکل ۱. نحوه اعمال تمرین با تحریک عملکردی عضلانی



برای تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. بررسی آماری به روش تی مستقل و تی زوجی در سطح معناداری ۰/۰۰۵ انجام گرفت. تمامی آزمون‌های آماری در نرم‌افزار Spss V.19 در سطح معناداری (P < ۰/۰۵) انجام گرفت.

نتایج

در جدول ۲ اطلاعات مربوط به شاخص‌های دموگرافیک آورده شده است که همگن بودن در دو گروه را نشان می‌دهد.

جدول ۲. اطلاعات دموگرافیک گروه‌های تجربی و کنترل

گروه مورد مطالعه	تعداد جامعه آماری	متغیر مورد نظر	میانگین \pm انحراف استاندارد
تجربی	۲۳	سن (سال)	۲۶/۵ \pm ۱/۲۵
		قد (سانتی‌متر)	۱۶۰/۷ \pm ۵/۱۵
		وزن (کیلوگرم)	۶۳/۱۳ \pm ۱۰/۵۷
کنترل	۲۳	سن (سال)	۲۷/۵ \pm ۰/۴/۸۵
		قد (سانتی‌متر)	۱۶۱/۶ \pm ۱۳/۵۲
		وزن (کیلوگرم)	۶۷/۱۰ \pm ۳/۷۸

نتایج آزمون تی زوجی زاویه لوردوز کمری در دو گروه تجربی و کنترل در پیش و پس‌آزمون در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. نتایج آزمون تی زوجی لوردوز کمری در گروه‌های کنترل و تجربی

گروه مورد مطالعه	متغیر	میانگین Pre-Post	P-Value	آزمون T زوجی
تجربی	زاویه لوردوز کمری	پیش‌آزمون ۵۴ پس‌آزمون ۵۱/۵	۰/۰۰۰	۴/۵۰
	زاویه لوردوز کمری	پیش‌آزمون ۵۲۰/۵ پس‌آزمون ۵۲	۰/۰۷۱	۸/۲۳

نتایج آزمون تی زوجی زاویه تیلت قدامی لگن در دو گروه تجربی و کنترل در پیش و پس‌آزمون در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴. نتایج تی زوجی تیلت قدامی لگن در گروه‌های تجربی و کنترل

گروه مورد مطالعه	متغیر	میانگین Pre-post	P-Value	آزمون T زوجی
تجربی	تیلت قدامی لگن	پیش‌آزمون ۱۹/۲ پس‌آزمون ۱۸/۳	۰/۰۰۰	۱۱/۲۳
	تیلت قدامی لگن	پیش‌آزمون ۱۹/۲۵ پس‌آزمون ۱۸/۶	۰/۱۲۶	۸/۰۴

در جدول ۵ نتایج به دست آمده از بررسی تی مستقل را در گروه‌های تجربی و کنترل نشان داده شده است.

جدول ۵. نتایج بررسی تی مستقل گروه‌های کنترل و تجربی

نوع ناهنجاری	میانگین گروه تجربی	میانگین گروه کنترل	مقدار T	سطح معناداری
زاویه لوردوز کمری	۵۱/۵	۵۲	۵/۲۵	۰/۰۰۴
تیلت قدامی لگن	۱۸/۳	۱۸/۶	۱۰/۰۲	۰/۱۲

با توجه به آنالیز داده‌های به‌دست‌آمده میزان زاویه لوردوز کمری در هر گروه معنادار نشان داد ولی در ناهنجاری تیلت قدامی لگن نتایج معنادار نشان داده نشده است.

بحث

به‌کارگیری پروتکل‌های توان‌بخشی ورزشی همراه با تحریک عملکردی عضلانی در زنان غیرورزشکار که مورد مطالعه در این پژوهش می‌تواند در کاهش زمان و محبوبیت در دوره‌های بازتوانی دوره‌های ورزشی و درمانی تأثیر معناداری داشته است. یکی از مهم‌ترین روش‌های تمرینی در بهبود کمربند کمری لگنی و جلوگیری از دیسفانکشن در فعالیت‌های روزمره از بعد مکانیک حرکت به‌کارگیری عضلات مهم جهت ثبات فعال در مفاصل بشمار می‌آید. نتایجی که از پژوهش حاضر به دست آمد مطابق با تحقیقات پیشین که به تمرینات همراه با جریان عملکردی اشاره کرده بودند و میزان تأثیرگذاری زودتر و صرف زمان کمتر را در این مطالعات عنوان کرده بودند (۱۱). در بررسی مکانیسم اثرگذاری تحریک عصب و عضله جهت بهبود عملکرد با استفاده از سیستم‌های توان‌بخشی و ورزشی را ناشی از افزایش تحریک عضلات هم‌زمان با فعال‌سازی واحدهای حرکتی به‌صورت غیرارادی می‌باشد. این تحریک در واحدهای عصبی عضلانی موجب تسهیل حرکت شده و عضلات را به دور از واماندگی در فرد ایجاد نماید (۱۲). با توجه به نتایج پژوهش حاضر که کاهش معناداری در زوایای لوردوز کمری و تیلت قدامی لگن در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل وجود داشت، می‌تواند ناشی از تغییرات ایجاد شده در سطوح مقطع عضلات شکمی و عضلات دخیل در کنترل تیلت لگن نظیر مربع کمری و زاویه لوردوز کمری باشد. تحقیقات نشان داده‌اند که فعالیت‌های بدنی در درمان و کنترل لوردوز کمری و کمردردهای ناشی از آن در سنین جوانی و نوجوانی بیشتر است، چرا که با افزایش سن، موقعیت‌های حرکتی مخرب عضلات عملکرد طبیعی خود را از دست می‌دهند و تأثیرات ناشی از آن بر روی مفاصل خواهد بود (۱۳). یکی از دلایلی که این پژوهش را در جهت ارائه روش‌های نوین در جهت بهبود و تمرکز بر میزان لوردوز کمری در زنان جوان پیش‌بردم افزایش روزافزون ناهنجاری فوق‌الذکر در زنان نسبت به مردان بود (۱۴). به‌علاوه به دلیل سیستم حرکتی انسان، به‌هنگام افزایش لوردوز کمری، شیب لگن را افزایش داده و بالعکس جهت‌دهی قدامی لگن موجب هایپرلوردوزیس خواهد شد (۱۵). در کنار تمرینات اکسترافاکشنال در تقویت عضلات حول مفاصل که مطابق با تحقیقات پیشین زمان‌بر بوده می‌توانیم در کنار این موارد از تحریک عملکردی عضلانی جهت کاهش زمان بهبودی و تقویت عضلانی در حوزه‌های درمانی و ورزشی توسط درمانگران جهت بازآموزی عضلات، کاهش آتروفی عضلانی و مواردی از این قبیل طبق تحقیقات مطابق با آن بکار برد (۱۶). در مطالعه‌ای توسط قاسمی و همکاران که به تأثیر هشت هفته تمرینات اصلاحی بر میزان قوس کمر دانش‌آموزان را مورد بررسی قرار داده بود به نتایج مطلوبی دست یافته بودند. با توجه به مواردی که ذکر شد، بروز تغییرات در بیومکانیک سیستم اسکلتی عضلانی هم چون تیلت قدامی لگن منجر به لوردوز کمری و در نتیجه عدم کنترل حرکتی می‌گردد (۱۷). با اتکاء به تحقیقاتی که توسط متخصصین ورزشی و درمانی صورت گرفته است می‌توان این‌گونه بیان نمود که در ناهنجاری‌های سیستم اسکلتی عضلانی که می‌تواند دلایل گوناگونی از قبیل؛ ایملانسی‌های عضلانی، پاسچر نامناسب به‌دلیل موقعیت‌های شغلی و ... درد و به‌علاوه در زنان که گروه هدف در این پژوهش بود می‌توان به ژنتیک متفاوت نسبت به مردان دانست. لازم به توضیح است تحقیق حاضر؛ همانند هر تحقیق دیگری محدودیت‌هایی را در زمینه امکانات آنالیز پاسچر و عدم شرکت زنان به دلایل مختلف داشته‌ایم که امیدواریم با توسعه آگاهی در این زمینه بتوانیم با جامعه‌ی آماری بزرگ‌تر به ارائه روش‌های حرکت‌درمانی همراه با فناوری‌های بروز جهانی در جهت ایجاد جامعه‌ای پویاتر و سالم‌تر اهتمام ورزیده شود. برای تحقیقات آینده نیز توصیه می‌شود با اتکاء به روش تمرینات اکسترافاکشنال میزان فعالیت الکترومیوگرافی عضلانی و به‌خصوص ارائه و توسعه

مطالعات گسترده همگام با کالج پزشکی ورزشی آمریکا در ناهنجاری‌های حرکتی در دختران، پسران و بزرگسالان در کشورمان و ارائه در برنامه‌های تمرین درمانی برای اجرای با روایی بالا توسط متخصصین علوم حرکتی در برنامه‌های بازتوانی گنجانده شود.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تحریک الکتریکی هم‌زمان با تمرینات اکسترفانکشنال می‌تواند در زوایای لوردوز و متعاقباً تیلت قدامی لگن و استقامت ایزومتریک عضلات اکستنسور ستون فقرات به‌خصوص در روش مک‌گیل (تست بیرینگ سورنسن) تأثیر قابل‌توجهی نسبت به گروه کنترل داشته است.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر نتیجه پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد در رشته آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی می‌باشد. از تمامی شرکت‌کنندگانی که همکاری‌های لازم را در این پژوهش داشته‌اند، تشکر می‌کنیم.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

اصول اخلاق تماماً طبق اصول هلسینکی (رضایت آگاهانه برای مشارکت در پژوهش، سود بردن از مشاوره بازتوانی) در این مقاله رعایت شده است. شرکت‌کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خارج شوند. همچنین همه ی شرکت‌کنندگان در جریان روند پژوهش و نتایج ارزشمند آن بودند. اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته شد.

حامی مالی

این پژوهش حاصل حمایت مالی مؤسسه علم و فناوری شمس می باشد.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در سنجش‌های سیستم اسکلتی عضلانی، اجرا و نگارش این پژوهش مشارکت داشتند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. Bozorgmehr A, Takamjani IE, Akbari M, Salehi R, Mohsenifar H, Rasouli O. Effect of posterior pelvic tilt taping on abdominal muscle thickness and lumbar lordosis in individuals with chronic low back pain and hyperlordosis: A single-group, repeated-measures trial. *Journal of Chiropractic Medicine*. 2020;19(4):213-21. [DOI:10.1016/j.jcm.2020.07.001] [PMID]
2. In T-s, Jung J-h, Kim M, Jung K-s, Cho H-y. Effect of posterior pelvic tilt taping on pelvic inclination, muscle strength, and gait ability in stroke patients: a randomized controlled study. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(11):2381. [DOI:10.3390/jcm10112381] [PMID]
3. Been E, Barash A, Pessah H, Peleg S. A new look at the geometry of the lumbar spine. *Spine*. 2010;35(20):E1014-E17. [DOI:10.1097/BRS.0b013e3181ddd433] [PMID]
4. Norasteh A, Hajihosseini E, Emami S, Mahmoudi H. Assessing thoracic and lumbar spinal curvature norm: a systematic review. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*. 2019;9(4):183-92. [DOI:10.32598/ptj.9.4.183]
5. Rohmani A, Shafie MS, Nor FM. Sex estimation using the human vertebra: a systematic review. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*. 2021;11(1):1-15. [DOI:10.1186/s41935-021-00238-2]
6. Roussouly P, Nnadi C. Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management. *European spine journal*. 2010;19:1824-36. [DOI:10.1007/s00586-010-1476-9] [PMID]
7. Rezaee R, Khayami M, Ghalavand A, Noroozi S, Taleshi M, Nersi S. The effect of fatigue due to exhausting running on static and dynamic balance in women with hyperlordosis. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2022;20:664-79.
8. 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. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(8):4906. [DOI:10.3390/ijerph19084906] [PMID]
9. Pano-Rodriguez A, Beltran-Garrido JV, Hernández-González V, Reverter-Masia J. Effects of whole-body electromyostimulation on health and performance: A systematic review. *BMC complementary and alternative medicine*. 2019;19:1-14. [DOI:10.1186/s12906-019-2485-9] [PMID]
10. Von Hertzen L, Beutler B, Bienenstock J, Blaser M, Cani PD, Eriksson J, et al. Helsinki alert of biodiversity and health. *Annals of medicine*. 2015;47(3):218-25. [DOI:10.3109/07853890.2015.1010226] [PMID]
11. Coghlan S, Crowe L, McCarthyPersson U, Minogue C, Caulfield B, editors. Electrical muscle stimulation for deep stabilizing muscles in abdominal wall. 2008 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society; 2008: IEEE. [DOI:10.1109/IEMBS.2008.4649773] [PMID]
12. Gerovasili V, Stefanidis K, Vitzilaios K, Karatzanos E, Politis P, Koroneos A, et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. *Critical care*. 2009;13:1-8. [DOI:10.1186/cc8123] [PMID]
13. Gardner A, Berryman F, Pynsent P. The development of kyphosis and lordosis in the growing spine. *Spine*. 2018;43(19):E1109-E15. [DOI:10.1097/BRS.0000000000002654] [PMID]
14. Ericksen H, Gribble PA. Sex differences, hormone fluctuations, ankle stability, and dynamic postural control. *Journal of athletic training*. 2012;47(2):143-8. [DOI:10.4085/1062-6050-47.2.143] [PMID]

15. Farhadi MHI, Seidi F, Minoonejad H, Thomas AC. Differences in gluteal and quadriceps muscle activation among adults with and without lumbar hyperlordosis. *Journal of sport rehabilitation*. 2020;29(8):1100-5. [DOI:10.1123/jsr.2019-0112] [PMID]
16. Kemmler W, Teschler M, Weißenfels A, Bebenek M, Fröhlich M, Kohl M, von Stengel S. Effects of whole-body electromyostimulation versus high-intensity resistance exercise on body composition and strength: a randomized controlled study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2016;2016. [DOI:10.1155/2016/9236809] [PMID]
17. Michnik R, Zadoń H, Nowakowska-Lipiec K, Jochymczyk-Woźniak K, Myśliwiec A, Mitas AW. The effect of the pelvis position in the sagittal plane on loads in the human musculoskeletal system. *Acta Bioeng Biomech*. 2020;22(3):33-42. [DOI:10.37190/ABB-01606-2020-02] [PMID]