Journal of Research in Sport Rehabilitation
Vol 12. No 23. Spring 2024
87-99

WWW.RSR.BASU.AC.IR

Comparison of Postural Sway and Duration of the Stance Phase of Gait between Female Low Back Pain Developers and Non-pain Developers Aged 18 to 30 Years: A Cross-Sectional Comparative Study

Homaie Morad, Nafiseh[1]; Seidi, Foad[2*]; Mousavi, Seyed Hamed[3]

1. Master of Sport Injuries and Corrective Exercises. Department of Health and Sports Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of Health and Sports Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
3. Assistant Professor, Department of Health and Sports Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: May 2024; Accepted: June 2024

Keywords

Low back pain developer

Low back pain

Postural sway

Gait

Abstract

Background and Aim: Being prone to Low Back Pain (LBP) is a concept in the field of back pain prevention. In this context, it is necessary to identify the differentiating factors of people prone to back pain who are currently without symptoms, but have the potential to develop back pain. Therefore, this study aimed to compare postural sway and duration of the stance phase of gait between female low back pain developers and non-pain developers.

Methods: Purposefully and based on the inclusion and exclusion criteria, 33 females In the age range of 18 to 30 years participated in the study. Participants assigned to two groups of pain developers (n=15) and non- pain developers (n=18) according to the results of the active hip abduction test and prolonged standing protocol. The Biodex Balance System and the foot medisense device were used to measure the postural sway and the duration of the stance phase of gait. Mann–Whitney U test was conducted to compare the groups ($P \leq 0.05$).

Results: The results showed that there is no significant difference in duration of the stance phase of gait and postural sway (P> 0/05).

Conclusion: According to the results of the research, it seems that postural sway and duration of the stance phase of gait are not different in low back pain developers and non-pain developers, and the measurement of these two factors before the prolonged standing protocol and in the absence of pain cannot help us identify pain developers.

* Corresponding Author: Tel: 02161118869
✉ Email: Foadseidi@ut.ac.ir
Orcid Code: 0000-0002-4156-1539

Extended Abstract

Introduction

Low back pain is one of the most common musculoskeletal problems in the world that most people experience during their lifetime. The highest prevalence of back pain is reported in women and people aged 40 to 80 years (1). Functional limitations, limitations in the effectiveness of treatment methods, and frequent occurrence of back pain throughout life can cause disability (2). So, prevention of low back pain is the best way to deal with this problem. Therefore, it seems necessary to identify low back pain developers that they are without symptoms, but three times more than their non-pain developer counterparts will have back pain in the future. In order to identify the distinguishing characteristics of low back pain developers, much research has been done in the areas of posture, muscle activity, movement patterns and movement control, which have shown changes in these areas compared to non-pain developers (3-6). According to the literature review and the observed changes in the mentioned fields, it is possible that low back pain developers in the field of postural sway and gait pattern are also different from non-pain developers. However, no research has been done to study the postural sway and the gait pattern of these people. For this purpose, the aim of the present study was to compare postural sway and duration of the stance phase of gait between female low back pain developers and non-pain developers.

Method

This study was a cross-sectional comparative analysis. The participants of this study were 33 people who were purposefully selected based on inclusion and exclusion criteria from female students living in the dormitory of the University of Tehran. Participants were divided into two groups of pain developers (n=15) and non- pain developers (n=18) by performing active hip abduction test and prolonged standing protocol. Demographic information of pain developers was age of 24.4 ± 2.23 years, height of 162.67 ± 2.61 cm, weight of 57.88 ± 5.90 kg and physical activity level of 9.50 ± 2.04 (according to the scores of the Baecke physical activity questionnaire). Demographic information of non-pain developers was age of 24.89 ± 2.58 years, height of 164.22 ± 1.80 cm, weight of 61.92 ± 6.72 kg and level of physical activity of 10.30 ± 1.83. The results of independent t-test between the two groups showed that there was no significant difference between the two groups and the homogeneity of the participants in all cases ($P \leq 0.05$). The Biodex Balance System and the foot medisense device were used to measure the postural sway and the duration of the stance phase of gait. Then, the data were analyzed by SPSS software. The Shapirowilk test was used to evaluate the normality of data distribution. Due to the non-normality of the data, to compare the mean of the two groups the duration of the stance phase of gait and postural sway, the Mann-Whitney U test with a significance level of less than 0.05 was used. Relevant ethical concerns described in the Instructions of the Biomedical Research Ethics Committee of the University of Tehran were taken into account, and an ethics code (IR.UT.SPORT.REC.1400.020) was obtained.

Results

The demographic information of the participants was compared and there was no significant difference between the two groups and they were homogeneous in all the mentioned cases (p-value > 0.05).

Table 1 reports the descriptive information of research variables and the results of the between-group analysis of variables in the Mann–Whitney U test. The results of the study showed that there is no significant difference in the duration of the stance phase of gait, anterior-posterior postural sway (in both static and dynamic modes), medial-lateral postural sway (in both static and dynamic positions) and general postural sway between the two groups.

Table 1. The results of the Mann-Whitney U test

Variable	Measurement position	Mean rank	U	Z	P-value
Anterior-posterior postural sway (degree)	*Static (female low back pain developers)*	17.37	129.50	-0.19	0.84
	Static (female non- pain developers)	16.69			
	Dynamic (female low back pain developers)	13.57	83.50	-1.86	0.06
	Dynamic (female non- pain developers)	19.86			
Medial-lateral postural sway (degree)	*Static (female low back pain developers)*	19.77	93.50	-1.50	0.13
	Static (female non- pain developers)	14.69			
	Dynamic (female low back pain developers)	18.13	118.00	-0.61	0.53
	Dynamic (female non- pain developers)	16.06			
General postural sway (degree)	*Static (female low back pain developers)*	18.67	110.00	-0.90	0.36
	Static (female non- pain developers)	15.61			
	Dynamic (female low back pain developers)	14.90	103.50	-1.14	0.25
	Dynamic (female non- pain developers)	18.75			
Stance phase of gait (second)	*Female low back pain developers*	15.37	110.500	-0.88	0.37

Discussion

This study aimed to compare postural sway and duration of the stance phase of gait between female low back pain developers and non-pain developers. The research literature showed that there are differences in movement patterns (3-6), alignment (7), muscle activity (3,4,8) and motor control (8-11,3,6) between pain developers and non-pain developers. For example, increased co-contraction and decreased relaxation rate of the gluteus medius, as well as weakness in trunk flexion and extension co-contraction in pain developers (10). On the other hand, studies show decreased balance and increased postural sway in people with back pain (12). Also, the research literature showed that the gait pattern of people with low back pain is different from healthy people (13) but we have a research gap in low back pain developers and the need for more research is felt. So, it is expected that there will be differences in the variables (postural sway and the stance phase of gait) between the two groups, but the results indicated no significant differences. Several possible reasons can justify those results.

The research literature suggests that the following factors could be the possible causes. These possible factors are: the difference in measurement tools, absence of fatigue and pain and insufficient samples.

Compliance with ethical guidelines

Ethical approval was granted by the Instructions of the Biomedical Research Ethics Committee of the University of Tehran, and an ethics code (IR.UT.SPORT.REC.1400.020) was obtained. Written informed consent to be involved in the experimental procedures was obtained from all the participants before the start of the study.

Funding

This study has no financial support

Conflict of interest

There is no conflict of interest.

Acknowledgments

We express our gratitude to all participants and laboratory staff who took part in this study.

نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۱۲، شماره ۲۳، بهار ۱۴۰۳
۸۷-۹۹

WWW.RSR.BASU.AC.IR

مقایسه نوسان پاسچر و مدت زمان فاز سکون راه رفتن بین زنان مستعد و غیر مستعد ابتلا به کمردرد ۱۸ تا ۳۰ سال: یک مطالعه مقایسه‌ای-مقطعی

نفیسه همایی مراد[۱]، فواد صیدی[۲*]، سید حامد موسوی[۳]

۱- کارشناسی ارشد آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- دانشیار گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳ - استادیار گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۳؛ پذیرش: تیر ۱۴۰۳

مقاله پژوهشی

واژگان کلیدی

مستعد ابتلا به کمردرد

کمردرد

نوسان پاسچر

راه رفتن

چکیده

زمینه و هدف: استعداد ابتلا به کمردرد مفهومی در حیطه پیشگیری از بروز کمردرد می‌باشد. در این زمینه شناسایی فاکتورهای متمایزکننده افراد مستعد ابتلا به کمردرد که در حال حاضر بدون علائم هستند، اما پتانسیل ابتلا به کمردرد را دارند، ضرورت می‌یابد. از این رو، هدف از پژوهش حاضر، مقایسه نوسان پاسچر و مدت زمان فاز سکون راه رفتن بین زنان مستعد و غیرمستعد ابتلا به کمردرد بود.

روش بررسی: ۳۳ نفر از دانشجویان زن خوابگاه دانشگاه تهران در دامنه سنی ۱۸ تا ۳۰ به‌صورت هدفمند و براساس معیارهای ورود و خروج در مطالعه شرکت کردند. شرکت‌کنندگان با توجه به نتایج تست ابداکشن فعال ران و ایستادن طولانی‌مدت در دو گروه افراد مستعد (۱۵ نفر) و غیرمستعد (۱۸ نفر) طبقه‌بندی شدند. میزان نوسان پاسچر و مدت زمان فاز سکون راه رفتن با دستگاه‌های بایودکس و فوت‌مدیسنس سنجیده شد. جهت تحلیل داده‌ها از آزمون تی مستقل و یومن‌ویتنی استفاده شد ($P\leq ۰/۰۵$).

نتایج: نتایج تحلیل آماری نشان داد بین زنان مستعد و غیرمستعد ابتلا به کمردرد در متغیر مدت زمان فاز سکون راه رفتن و نوسان پاسچر در هر دو حالت ایستا و پویا تفاوت معناداری وجود ندارد ($P> ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تحقیق به نظر می‌رسد که نوسان پاسچر و مدت زمان فاز سکون راه رفتن در افراد مستعد و غیرمستعد با هم تفاوتی ندارد و سنجش این دو فاکتور پیش از تست پروتکل ایستادن طولانی مدت و در شرایط عدم وجود درد نمی‌تواند در شناسایی افراد مستعد کمردرد به ما کمک کند.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۲۱۶۱۱۱۸۸۶۹

✉ پست الکترونیکی: Foadseidi@ut.ac.ir

مقدمه

کمردرد از مشکلات شایع اسکلتی‌عضلانی در جهان است که بیشترین شیوع آن در زنان و افراد ۴۰ تا ۸۰ ساله گزارش شده است (۱). با توجه به عدم وجود علت مشخص برای درصد زیادی از کمردردها، تحمیل هزینه‌های بسیار برای درمان، محدودیت‌های عملکردی در فعالیت‌های روزمره و مزمن شدن درد در بسیاری از موارد؛ پیشگیری از بروز کمردرد بهترین روش مقابله با آن می‌باشد (۲). به این منظور، با مرور ادبیات تحقیق مشاهده می‌شود که افراد سالم بدون علائمی که در تست ایستادن طولانی‌مدت، درد حداقل ۱۰ میلی‌متر را در مقیاس دیداری درد گزارش کردند، به عنوان افراد مستعد ابتلا به کمردرد طبقه‌بندی شدند و دو سال بعد از انجام تحقیق، سه برابر بیشتر از همتایان غیرمستعد خود کمردرد را تجربه نمودند (۱۴, ۱۵). بنابراین شناسایی افراد مستعد ابتلا به کمردرد که پتانسیل تبدیل شدن به افراد مبتلا به کمردرد را دارند، اهمیت می‌یابد.

طبق مدل کینزیوپاتولوژی؛ فقر حرکتی سیستم حرکتی را با ضعف و نقص روبه‌رو می‌کند و به مرور منجر به اختلال در راستا، فعالیت عضلانی، الگوهای حرکتی و پاتولوژی و درد می‌شود (۱۶). در تحقیقات نیز نشان داده شده که افراد مستعد ابتلا به کمردرد در سه حوزه راستا (۷)، فعالیت عضلانی (۳, ۴, ۸) و الگوی حرکتی (۳-۶) تفاوت‌هایی را نسبت به افراد غیرمستعد نشان می‌دهند. بعضی از تحقیقات این متغیرها را علت ایجاد کمردرد دانسته و برخی آن‌ها را سازگاری ایجادشده می‌دانند (۹, ۱۱, ۱۷). از تفاوت‌های بارز ذکر شده در تحقیقات که بین افراد مستعد و غیرمستعد ابتلا به کمردرد مشاهده شده است می‌توان به کنترل حرکتی ضعیف در حرکات صفحه فرونتال، هم‌انقباضی افزایش‌یافته در عضله سرینی میانی، کاهش نرخ استراحت عضله سرینی میانی و در نهایت ضعف در هم‌انقباضی عضلات فلکسور و اکستنسور تنه در افراد مستعد ابتلا به کمردرد اشاره کرد (۱۰). در تحقیقی نحوه پاسخ‌دهی عضلات تنه به بار ناگهانی اعمال‌شده بررسی شد؛ که افراد مستعد در نتیجه اعمال بار نسبت به افراد غیرمستعد پاسخ‌دهی بیشتری در عضلات تنه خود داشتند.

علت این افزایش پاسخ‌دهی در عضلات تنه کاملاً مشخص نیست و می‌توان از دو جهت مختلف به آن نگاه کرد. به این صورت که؛ این افزایش پاسخ‌دهی با افزایش بارگذاری بر ستون‌فقرات می‌تواند سبب بروز کمردرد گردد یا با افزایش ثبات در ستون‌فقرات سبب کاهش احتمال بروز کمردرد شود که در هر دو حالت کنترل حرکتی دچار تغییر شده و قابلیت پیش‌بینی وقوع کمردرد را خواهد داشت (۱۸). بنابراین، شناسایی افراد مستعد با تشخیص سریع تغییرات الگوهای حرکتی و نقایص کنترل حرکتی از عوامل مهم در پیشگیری از کمردرد است.

تفاوت بین الگوهای حرکتی افراد مستعد و غیرمستعد نیز در تحقیقاتی مورد مطالعه قرار گرفته است. به عنوان مثال، خوشرو به وسیله حرکات عملکردی، تفاوت معناداری را در الگوهای حرکتی بین این دو گروه گزارش کرد (۱۹). یکی از الگوهای حرکتی درشت و پیچیده که انسان روزانه بسیار از آن استفاده می‌کند، الگوی راه رفتن می‌باشد. مطالعات بسیاری الگوی راه رفتن افراد دارای کمردرد را با افراد سالم مقایسه کرده و تفاوت‌هایی بین این دو گروه نشان داده‌اند (۲, ۱۳, ۲۰). اما علی‌رغم اهمیت بسیار بالای الگوی صحیح راه رفتن در سلامت سیستم حرکتی، تاکنون تحقیقی در زمینه بررسی متغیرهای زمانی راه رفتن در افراد مستعد ابتلا به کمردرد صورت نگرفته است. از طرفی، با توجه به تفاوت‌های قابل ملاحظه در مدت زمان فازهای مختلف سیکل راه رفتن بین افراد سالم و دارای کمردرد (۲)، ممکن است افراد مستعد ابتلا به کمردرد نیز در این پارامترها با تغییراتی روبه‌رو شوند که بتوان آن‌ها را قبل از موعد شناسایی کرد. با توجه به مطالب ذکر شده، انتظار می‌رود افراد مستعد در الگوی حرکتی راه رفتن خود تفاوت‌هایی با افراد غیرمستعد داشته باشند. با این حال، مستندات علمی در این زمینه یافت نمی‌شود و خلأ در زمینه نوسان پاسچر و کینماتیک راه رفتن در افراد مستعد ابتلا به کمردرد حس می‌شود. با توجه به نقش متخصصان حرکات اصلاحی در پیشگیری از بروز درد و پاتولوژی، هزینه‌های گزاف ناشی از کمردرد، شیوع بالای کمردرد بین زنان و خلأهای موجود در زمینه مطالعه کنترل حرکتی و کینماتیک راه رفتن افراد مستعد در تحقیقات پیشین؛ در این تحقیق به دنبال پاسخ به این فرضیه هستیم که آیا مدت زمان فاز سکون راه رفتن و نوسان پاسچر بین زنان مستعد و غیرمستعد ابتلا به کمردرد متفاوت هست یا خیر؟

بنابراین، هدف پژوهش حاضر مقایسه نوسان پاسچر و

مدت زمان فاز سکون راه رفتن بین زنان مستعد و غیرمستعد ابتلا به کمردرد می‌باشد.

روش تحقیق

شرکت‌کنندگان

پژوهش حاضر از نوع مقایسه‌ای و مقطعی بود. جامعه آماری تحقیق را دانشجویان زن ساکن خوابگاه‌های دانشگاه تهران تشکیل دادند. افراد شرکت‌کننده به صورت هدفمند و براساس معیارهای ورود و خروج گزینش شدند. تعیین حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور[1] انجام شد. در این راستا، توان آزمون برابر با ۰/۶۴، آلفا برابر با ۰/۰۵ و اندازه اثر، براساس تحقیقات پیشین (۲۱, ۲۲) برابر با ۰/۸۸ در نظر گرفته شد. با توجه به خروجی نرم‌افزار، حجم نمونه برابر با ۳۰ نفر شد که با احتمال ریزش ۱۰ درصدی شرکت‌کنندگان، حجم نمونه برای تحقیق حاضر ۳۳ نفر در نظر گرفته شد. معیارهای ورود به تحقیق عبارت بود از: محدوده سنی ۱۸ تا ۳۰ سال (۲۳)، شاخص توده بدنی بین ۱۸ تا ۳۰ (۶)، عدم استخدام در شغلی که مستلزم ایستادن طولانی‌مدت در یک مکان در ۱۲ ماه اخیر باشد (۲۴)، نداشتن سابقه جراحی در ناحیه کمر و لگن یا اندام تحتانی (۲۴)، نداشتن سابقه کمردرد که منجر به دریافت مداخلات پزشکی یا غیبت از کار برای بیش از سه روز شده باشد (۲۳). معیارهای خروج از تحقیق شامل قرار داشتن در دوره قاعدگی یا گزارش علائم کمردرد در ابتدای پروتکل ایستادن طولانی‌مدت (۲۳)، داشتن اختلالات اسکلتی‌عضلانی مشهود، مشکلات دهلیزی، بینایی، اختلالات عصبی‌عضلانی و هرگونه درد در پا که بر کنترل تعادل فرد تأثیرگذار باشد، بارداری یا گذشت کمتر از شش ماه از آخرین بارداری (۲۵)، امتیاز بیشتر از ۱۳ در پرسش‌نامه فعالیت‌بدنی (۱۹)، نمره ۱۳ و بالاتر در مقیاس بورگ (۲۶) و عدم تمایل به اتمام جلسات بود. تحقیق حاضر قبل از شروع کارهای آزمایشگاهی، توسط کمیته اخلاق دانشگاه تهران مورد تأیید قرار گرفته بود (شناسه اخلاق: IR.UT.SPORT.REC.1400.020).

با توجه به وجود پاندمی کرونا در سال ۱۴۰۰، افراد قبل از حضور در آزمایشگاه، به منظور غربالگری، به مرکز بهداشت دانشگاه مراجعه می‌کردند تا از لحاظ سلامت تأیید شوند. همچنین، روند پژوهشی به گونه‌ای طراحی شده بود که تست‌ها در حداقل زمان ممکن و طی یک جلسه گرفته و فاصله اجتماعی حفظ گردد.

روند اجرای تحقیق

ابتدا قد و وزن افراد برای تعیین شاخص توده بدنی اندازه‌گیری شد. سپس، ناهنجاری‌های وضعیتی شرکت‌کنندگان توسط متخصص حرکات اصلاحی ارزیابی شد (ناهنجاری قابل ملاحظه‌ای که منجر به حذف شرکت‌کنندگان گردد، مشاهده نشد). شرکت‌کنندگان پرسشنامه فعالیت بدنی بک را پر کردند و افراد دارای امتیاز بیشتر از ۱۳ از تحقیق خارج شدند. روایی و پایایی این پرسش‌نامه در تحقیقات صورت‌گرفته در جوامع ایرانی مورد تأیید بوده و پایایی آن توسط ثنایی و همکاران ۰/۷۸ گزارش شده است (۲۷). در ادامه، شرکت‌کنندگان از روند اجرای تحقیق آگاهی پیدا کردند و فرم رضایت‌نامه و اطلاعات فردی را تکمیل کردند. سپس، افراد جهت غربالگری اولیه و شناسایی افراد مستعد و غیرمستعد، تست ابداکشن فعال ران را انجام دادند که افراد نسبت به نتیجه آن کور بودند (شکل ۱) .

شکل ۱- آزمون ابداکشن فعال ران

سپس، شرکت‌کنندگان تست‌های مربوط به سنجش نوسان پاسچر را با استفاده از دستگاه بایودکس، در تمامی جهات اجرا کردند. تست ثبات پاسچرال[2] در دو حالت ایستا و پویا جهت سنجش میزان نوسانات پاسچر (نوسان کلی، نوسان قدامی‌خلفی و نوسان داخلی‌خارجی) انجام شد. برای انجام تست در حالت ایستا، سطح پایداری روی حالت ایستا و برای انجام تست در حالت پویا، سطح پایداری روی هشت قرار داده شد. تست اصلی پس از یک مرتبه اجرا جهت آشنایی با روال کار، انجام شد. تست‌ها در هر حالت سه مرتبه انجام گرفتند. هر تست ۲۰ ثانیه و استراحت بین آن‌ها ۱۰ ثانیه در نظر گرفته شد. میانگین نمره شاخص

[1] (Version 3.1, University of Dusseldorf, Dusseldorf, Germany)

[2] The Postural Stability Test

نوسان در سه تکرار، به عنوان امتیاز فرد ثبت گردید (۲۸). سپس، با استفاده از دستگاه فوت مدیسنس مدت زمان فاز سکون راه رفتن ارزیابی شد (شکل ۲).

شکل ۲- الف: سنجش نوسان پاسچر با دستگاه تعادل‌سنج بایودکس. ب: سنجش مدت زمان فاز سکون راه رفتن با دستگاه فوت مدیسنس

به این منظور، فرد در مسیری ۱۲ متری که دستگاه در میانه آن بود با سرعت طبیعی خود، طوری که هیچ توجهی به دستگاه نکند، راه رفت. پس از انجام تست‌های مربوط به نوسان پاسچر و راه رفتن افراد به مدت ۲۰ دقیقه روی تخت استراحت کردند. پس از استراحت، از افراد در مورد احساس واقعی‌شان در مورد شدت فعالیتی که انجام داده‌اند، سؤال شد. سپس، میزان خستگی افراد براساس مقیاس بورگ مشخص شد (۲۶). مقیاس بورگ همبستگی بالایی با ضربان قلب داشته و روایی آن توسط چن و همکاران ۰/۹۰ گزارش شده است (۲۹). همچنین، این مقیاس در جوامع ایرانی نیز اعتبارسنجی شده است (۳۰). در انتها، برای اطمینان از نتایج حاصل از تست ابداکشن فعال ران، پروتکل ایستادن طولانی‌مدت انجام گرفت (شکل ۳) (دلیل انجام پروتکل ایستادن طولانی‌مدت بعد از تست‌های دیگر کنترل اثر خستگی و جلوگیری از گزارش درد زودهنگام و غیرواقعی بود).

شکل ۳- پروتکل ایستادن طولانی‌مدت

با توجه به نتایج تست ایستادن طولانی‌مدت، طبقه‌بندی افراد به دو گروه مستعد و غیرمستعد مجدداً انجام گرفت. در صورت وجود مغایرت در نتایج دو تست ابداکشن فعال ران و پروتکل ایستادن طولانی‌مدت، اطلاعات فرد از تحقیق حذف می‌شد. پس از پایان تست‌ها، افراد با انجام حرکات کششی فعال به مدت پنج دقیقه سرد کردند.

ابزار و آزمون‌های مورد استفاده در تحقیق

آزمون ابداکشن فعال ران: جهت شناسایی افراد مستعد ابتلا به کمردرد استفاده می‌شود و فردی که در این آزمون نمره دو یا سه را کسب نماید مستعد ابتلا به کمردرد می‌باشد (۶, ۱۵). این آزمون به این شکل انجام می‌شود که فرد به پهلو دراز کشیده و پاها در راستای تنه قرار می‌گیرند. سپس، از فرد خواسته می‌شود با حفظ این وضعیت، حرکت ابداکشن ران را اجرا کند. امتیازدهی این آزمون با چهار مقیاس صفر برای کنترل کامل لگن در صفحه فرونتال، نمره یک برای وجود ناپایداری اندک در کنترل لگن، نمره دو برای وجود ناپایداری متوسط در کنترل لگن و نمره سه برای ناپایداری شدید در حفظ لگن در صفحه فرونتال است. دیویس و همکاران پایایی بین آمونگر این تست را ۰/۷۰ و پایایی درون آزمونگر آن را ۰/۷۴ گزارش کرده‌اند (۳۱). در تحقیق وانگ و همکاران نیز دقت این آزمون ۰/۸۵ به دست آمد. از طرفی، حساسیت آن ۰/۴۱ گزارش شد (۳۲).

پروتکل ایستادن طولانی‌مدت: این روش اولین بار توسط گرگوری و همکاران در سال ۲۰۰۸ مطرح گردید (۱۸) روایی و پایایی این پروتکل در مطالعات مورد تأیید بوده است. به گونه‌ای که، وانگ و کالاهن تکرارپذیری این آزمون را عالی دانسته و بیان کردند که ۸۳ درصد از شرکت‌کنندگان گزارش شدت درد مشابهی داشتند (ICC>۸۰) (۳۳, ۳۴). پروتکل ایستادن طولانی‌مدت معمولاً در یک محدوده ۵۰ × ۴۶ سانتی‌متری اجرا می‌شود. فرد حین اجرای تست از محدوده خارج نشده و به میز تکیه نمی‌دهد. میز پنج الی شش سانتی‌متر پایین‌تر از آرنج فرد، در حالی‌که آرنج در وضعیت ۹۰ درجه خم شدن قرار دارد، تنظیم می‌گردد. همچنین، وزن بدن باید بین دو پا تقسیم گردد. در صورت ضرورت قطع پروتکل، باید در روز دیگری مجدداً انجام گیرد. شرکت‌کنندگان باید حین ایستادن چهار تکلیف سبک ۳۰ دقیقه‌ای (چیدن پازل، بستن پیچ و مهره، پر کردن فرم و انتظار بدون صحبت کردن) را با هدف

شبیه‌سازی تکالیف شغلی و تحصیلی به طور تصادفی انجام دهند (۹, ۳۴). در این حین هر ۱۵ دقیقه از فرد خواسته می‌شد تا میزان دقیق دردی که در ناحیه کمری احساس می‌کند را با یک خط روی مقیاس دیداری درد مشخص کند. چنان‌چه فرد در حین ایستادن طولانی‌مدت دردی بیشتر از ۱۰ میلی‌متر را در مقیاس دیداری درد گزارش نماید، مستعد ابتلا به کمردرد در نظر گرفته خواهد شد.

دستگاه فوت مدیسنس: جهت اندازه‌گیری مدت زمان فاز سکون راه رفتن از این دستگاه استفاده گردید. ابعاد این دستگاه ۴۸ × ۴۸ سانتی‌متر بوده و دارای ۲۱۱۶ حسگر با رزولوشن ۰/۸ سانتی‌متر مربع و دقت یک نیوتن است که ساخت شرکت دانش سالار ایرانیان می‌باشد. روایی این دستگاه در مقایسه با دستگاه پلت‌فرم Emed-R توسط شرکت سازنده ۰/۸۱ و پایایی درون آزمودنی آن نیز ۰/۸۲ گزارش شده است (۳۵).

سیستم تعادلی بایودکس: جهت ارزیابی تعادل استفاده شد که ساخت کشور آمریکا می‌باشد. شاخص‌های ثباتی ارائه شده شامل شاخص قدامی‌خلفی، شاخص داخلی‌خارجی و شاخص کلی هستند که بالاتر بودن شاخص ارائه شده توسط دستگاه، نشان‌دهنده نمره تعادل پایین‌تر فرد می‌باشد (۳۶). روایی و پایایی پروتکل‌های مختلف این دستگاه در تحقیقات بررسی شده و میزان آن در این تحقیقات خوب گزارش شده است. به گونه‌ای که، کچیوپ و همکاران مقدار پایایی را برای شاخص ثبات کلی ۰/۹۴، شاخص ثبات قدامی‌خلفی ۰/۹۵ و شاخص ثبات داخلی‌خارجی ۰/۹۳ گزارش کرده‌اند (۳۷).

تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات حاصل از اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پیش از انجام آزمون‌های آماری، ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان‌دهنده عدم توزیع طبیعی داده‌ها بود (P< ۰/۰۵). در بخش آمار توصیفی میانگین و انحراف استاندارد همه متغیرها محاسبه شد. در بخش آمار استنباطی با توجه به عدم توزیع طبیعی داده‌ها، برای مقایسه مدت زمان فاز سکون راه رفتن و نوسان پاسچر بین دو گروه، از آزمون یومن‌ویتنی استفاده گردید. سطح معناداری در این تحقیق نیز کوچک‌تر یا مساوی ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج مطالعه

مشخصات شرکت‌کنندگان تحقیق شامل سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی و نمره فعالیت بدنی در جدول ۱ گزارش شده است. به منظور بررسی همگن بودن گروه‌ها از آزمون تی مستقل استفاده شد که نشان داد بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود ندارد و گروه‌ها در این متغیرها همگن هستند (P> ۰/۰۵).

جدول ۱- ویژگی‌های دموگرافیک و آمار توصیفی شرکت‌کنندگان مطالعه

متغیر	گروه	تعداد	میانگین و انحراف معیار		سطح معناداری
سن	*مستعد ابتلا به کمردرد*	۱۵	۲/۲۳	۲۴/۴۰	۰/۵۶
(سال)	*غیرمستعد ابتلا به کمردرد*	۱۸	۲/۵۸	۲۴/۸۹	
قد	*مستعد ابتلا به کمردرد*	۱۵	۲/۶۱	۱۶۲/۶۷	۰/۰۵
(سانتی‌متر)	*غیرمستعد ابتلا به کمردرد*	۱۸	۱/۸۰	۱۶۴/۲۲	
وزن	*مستعد ابتلا به کمردرد*	۱۵	۵/۹۰	۵۷/۸۸	۰/۰۷
(کیلوگرم)	*غیرمستعد ابتلا به کمردرد*	۱۸	۶/۷۲	۶۱/۹۲	
شاخص توده بدنی	*مستعد ابتلا به کمردرد*	۱۵	۲/۱۶	۲۱/۷۶	۰/۱۵
(کیلوگرم بر متر مربع)	*غیرمستعد ابتلا به کمردرد*	۱۸	۲/۸۲	۲۳/۰۵	
فعالیت بدنی	*مستعد ابتلا به کمردرد*	۱۵	۲/۰۴	۹/۵۰	۰/۲۴
(نمره پرسش‌نامه فعالیت بدنی بک)	*غیرمستعد ابتلا به کمردرد*	۱۸	۱/۸۳	۱۰/۳۰	

از طرفی، اطلاعات توصیفی مربوط به متغیر نوسان پاسچر (در جهت‌های قدامی‌خلفی، داخلی‌خارجی و کلی) و مدت زمان فاز سکون راه رفتن در گروه‌های مستعد و غیرمستعد ابتلا به کمردرد در جدول ۲ ارائه شده است.

نتایج آزمون یومن‌ویتنی برای متغیرهای نوسان پاسچر و مدت زمان فاز سکون راه رفتن در جدول ۳ گزارش شده است که نشان می‌دهد تفاوت معناداری بین میانگین‌های دو گروه افراد مستعد و غیرمستعد ابتلا به کمردرد در متغیرهای مدت زمان فاز سکون راه رفتن و نوسان پاسچر (در جهت‌های قدامی‌خلفی، داخلی‌خارجی و کلی) وجود ندارد.

جدول ۲- آماره‌های توصیفی متغیرهای کنترل پاسچر و مدت زمان فاز سکون راه رفتن

متغیر	گروه	موقعیت اندازه‌گیری‌شده	میانگین و انحراف معیار
نوسان پاسچر در جهت قدامی‌خلفی (درجه)	مستعد ابتلا به کمردرد	ایستا	۲/۰۵ ± ۱/۲۸
		پویا	۱/۲۷ ± ۰/۸۲
	غیرمستعد ابتلا به کمردرد	ایستا	۲/۰۸ ± ۱/۹۷
		پویا	۱/۶۷ ± ۱/۹۴
نوسان پاسچر در جهت داخلی‌خارجی (درجه)	مستعد ابتلا به کمردرد	ایستا	۱/۲۹ ± ۱/۲۶
		پویا	۱/۵۴ ± ۰/۵۵
	غیرمستعد ابتلا به کمردرد	ایستا	۰/۸۷ ± ۰/۸۹
		پویا	۱/۸۵ ± ۰/۸۹
نوسان پاسچر کلی (درجه)	مستعد ابتلا به کمردرد	ایستا	۱/۰۳ ± ۰/۳۹
		پویا	۰/۹۶ ± ۰/۶۲
	غیرمستعد ابتلا به کمردرد	ایستا	۱/۵۱ ± ۰/۸۶
		پویا	۰/۸۳ ± ۰/۵۲
فاز سکون (ثانیه)	مستعد ابتلا به کمردرد	_	۰/۵۳ ± ۰/۱۵
	غیرمستعد ابتلا به کمردرد	_	۰/۵۹ ± ۰/۱۴

جدول ۳- نتایج آزمون یومن‌ویتنی جهت بررسی تفاوت بین نوسان پاسچر و مدت زمان فاز سکون راه رفتن

متغیر	موقعیت اندازه‌گیری‌شده	میانگین رتبه	مقدار U	مقدار Z	سطح معناداری
نوسان پاسچر در جهت قدامی‌خلفی (درجه)	*ایستا (زنان مستعد ابتلا به کمردرد)*	۱۷/۳۷	۱۲۹/۵۰	-۰/۱۹	۰/۸۴
	ایستا (زنان غیرمستعد ابتلا به کمردرد)	۱۶/۶۹			
	پویا (زنان مستعد ابتلا به کمردرد)	۱۳/۵۷	۸۳/۵۰	-۱/۸۶	۰/۰۶
	پویا (زنان غیرمستعد ابتلا به کمردرد)	۱۹/۸۶			
نوسان پاسچر در جهت داخلی‌خارجی (درجه)	*ایستا (زنان مستعد ابتلا به کمردرد)*	۱۹/۷۷	۹۳/۵۰	- ۱/۵۰	۰/۱۳
	ایستا (زنان غیرمستعد ابتلا به کمردرد)	۱۴/۶۹			
	پویا (زنان مستعد ابتلا به کمردرد)	۱۸/۱۳	۱۱۸/۰۰	-۰/۶۱	۰/۵۳
	پویا (زنان غیرمستعد ابتلا به کمردرد)	۱۶/۰۶			
	ایستا (زنان مستعد ابتلا به کمردرد)	۱۸/۶۷	۱۱۰/۰۰	-۰/۹۰	۰/۳۶
	ایستا (زنان غیرمستعد ابتلا به کمردرد)	۱۵/۶۱			

نوسان پاسچر کلی (درجه)	*پویا (زنان مستعد ابتلا به کمردرد)*	۱۴/۹۰	۱۰۳/۵۰	-۱/۱۴	۰/۲۵
	پویا (زنان غیرمستعد ابتلا به کمردرد)	۱۸/۷۵			
مدت زمان فاز سکون راه رفتن (ثانیه)	*زنان مستعد ابتلا به کمردرد*	۱۵/۳۷	۱۱۰/۵۰۰	-۰/۸۸	۰/۳۷
	زنان غیرمستعد ابتلا به کمردرد	۱۸/۳۶			

بحث

هدف از پژوهش حاضر، مقایسه نوسان پاسچر و مدت زمان فاز سکون راه رفتن بین زنان مستعد و غیرمستعد ابتلا به کمردرد بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین زنان مستعد و غیرمستعد در متغیر مدت زمان فاز سکون راه رفتن و نوسان پاسچر در دو حالت ایستا و پویا تفاوت معناداری وجود ندارد.

با بررسی پیشینه تحقیقات مشاهده می‌شود که افراد مستعد و غیرمستعد ابتلا به کمردرد در راستا (۷)، فعالیت عضلانی (۳, ۴, ۸)، کنترل حرکتی (۳, ۶, ۸-۱۱) و الگوهای حرکتی (۳-۶) دارای تفاوت‌هایی هستند. به طور مثال، وانگ و همکاران در تحقیق خود نشان دادند که استراتژی فراخوانی عضلات اکستنسور کمری و سرینی بزرگ در این دو گروه متفاوت است (۸). گالاگر و کالاهن نیز بیان کردند که افراد مستعد و غیرمستعد در ۱۵ دقیقه ابتدایی پروتکل ایستادن طولانی‌مدت، با توجه به توالی فیدجت‌های خم و باز شدن ستون‌فقرات کمری و میزان انتقال وزن حین ایستادن قابل تشخیص هستند؛ به گونه‌ای که افراد مستعد حین ایستادن طولانی‌مدت فراوانی فیدجت‌های کمتری داشته و میزان انتقال وزن بیشتری دارند. محققان علت احتمالی کاهش این حرکات در افراد مستعد را هم‌انقباضی افزایش‌یافته و کنترل ضعیف عضلات تنه و لگن دانستند (۳). از طرفی، تحقیقات روی افراد دارای کمردرد نشان داده است که این افراد در مقایسه با افراد سالم دارای افزایش نوسان پاسچر و ضعف در کنترل پاسچر هستند (۳۸, ۳۹) که نتایج تحقیقات مذکور با نتایج پژوهش حاضر همخوانی ندارند. قابل ذکر است که نتایج برخی از تحقیقات پیشین نیز عدم تفاوت بین این دو گروه را نشان می‌دهند و با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارند. به عنوان مثال، گالاگر و همکاران به تفاوت‌های پاسچرال حین ایستادن طولانی‌مدت، بین افراد مستعد و غیرمستعد، پرداختند که نشان‌دهنده تفاوت جنسیتی در اجرای بعضی الگوها بود. اما هر دو گروه حین ایستادن طولانی‌مدت افزایش انتقال وزن و کاهش متوسط زمان جابه‌جایی را نشان دادند. این موضوع می‌تواند بیانگر این باشد که تغییرات کنترل پاسچر یک سازگاری است، نه علت پاسخ آن‌ها به ایجاد کمردرد (۱۷). در تحقیق هوانگ و همکاران که بر روی پردازش حسی افراد مستعد و غیرمستعد انجام شد تفاوتی در پردازش حسی این دو گروه مشاهده نشد و نتیجه گرفته شد که احتمالاً اختلال در پردازش حسی یک عامل خطرزا برای ایجاد کمردرد نمی‌باشد (۴۰). لذا، به نظر می‌رسد که نتایج تحقیق حاضر که حاکی از عدم وجود تفاوت معنادار در میزان نوسان پاسچر بین دو گروه افراد مستعد و غیرمستعد ابتلا به کمردرد می‌باشد، به طور مستقیم یا غیرمستقیم با نتایج مطالعات مذکور همخوانی دارد. با توجه به موارد بالا می‌توان گفت که افراد مستعد متعاقب ایستادن طولانی مدت در ناحیه کمری خود درد را حس می‌کنند و در شرایط عادی دردی ندارند که این خود می‌تواند دلیلی برای تفاوت‌های دیده شده در نتایج تحقیقات باشد. بنابراین مقایسه نوسان پاسچر قبل و بعد از ایستادن طولانی مدت می‌تواند در رسیدن به نتایج قطعی کمک‌کننده باشد. اما به طور کلی تحقیقات کمی در حیطه کنترل پاسچر افراد مستعد ابتلا به کمردرد صورت گرفته است و نیاز به تحقیقات بیشتر حس می‌شود.

متغیر بعدی که در این تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد، مدت زمان فاز سکون راه رفتن می‌باشد. یکی از الگوهای حرکتی پایه راه رفتن است. همان‌طور هم که در تحقیقات بیان شده، کمردرد با ناهنجاری‌های اندام تحتانی و تغییر در مکانیزم‌های راه رفتن مرتبط است. به عنوان مثال، ممکن است پرونیشن بیش از حد پا در فاز سکون سبب تغییر راستای استخوان درشت‌نی، ران، لگن و ستون‌فقرات کمری و در نهایت کمردرد شود (۴۱). با مرور ادبیات پیشینه مشاهده می‌شود که تحقیقات بسیاری تغییرات کینماتیک الگوی راه رفتن در افراد کمردردی را

مورد بررسی قرار داده‌اند (۲, ۱۳, ۲۰, ۴۲) که نتایج آن‌ها نشان‌دهنده تغییراتی در این افراد نسبت به افراد سالم است. اما تحقیقی که الگوی راه رفتن افراد مستعد ابتلا به کمردرد را مورد بررسی قرار دهد، یافت نشد. لذا، در ادامه به بررسی تحقیقات در زمینه افراد کمردردی می‌پردازیم. سانگ و دنیل نیز شاخص تقارن حرکتی الگوی راه رفتن بین افراد با و بدون کمردرد را مطالعه نمودند و تفاوت معناداری در زمان مرحله تحمل وزن و حمایت دوگانه راه رفتن بین دو گروه یافتند. جهت توجیه تفاوت دیده شده می‌توان به طولانی‌تر شدن مرحله تحمل وزن به عنوان یک استراتژی اجتناب از درد اشاره کرد (۴۲). دیده می‌شود که بسیاری از تحقیقات تفاوت در متغیرهای فضایی‌زمانی راه رفتن بین دو گروه افراد سالم و کمردردی را گزارش کرده‌اند. لذا، این‌گونه برداشت می‌شود که این تفاوت‌ها در دو گروه افراد مستعد و غیرمستعد نیز وجود داشته باشند. اما، نتایج تحقیق حاضر این فرضیه را تأیید نکرد. دلایلی که می‌توان برای عدم همسویی نتایج تحقیقات مذکور با پژوهش حاضر بیان کرد عبارتند از: تفاوت در نمونه تحقیقاتی و عدم وجود خستگی و درد (ممکن است با انجام تست‌ها بعد از ایستادن طولانی‌مدت و وجود درد در افراد مستعد به نتایج مشابهی با تحقیقات مذکور دست یابیم)، دلیل دیگر این‌که ممکن است هنوز تغییرات راستا، فعالیت عضلات و الگوی حرکتی در افراد مستعد به اندازه‌ای نباشد که مدت زمان فاز سکون راه رفتن فرد را تحت تأثیر قرار دهد.

از جمله محدودیت‌ها در انجام پژوهش حاضر وجود شرایط کرونا و کم بودن تعداد نمونه‌ها بود. لذا، پیشنهاد می‌شود با توجه به وجود خلأ بسیار در این زمینه، تحقیقات بیشتری با حجم نمونه بالاتر، درگروه‌های سنی و جنسیتی دیگر و با استفاده از دستگاه‌های دیگر مانند سیستم آنالیز حرکت سه‌بعدی و صفحه نیرو انجام گیرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به عدم وجود تفاوت معنادار در مدت زمان فاز سکون راه رفتن و نوسان پاسچر در دو گروه زنان مستعد و غیرمستعد ابتلا به کمردرد، این احتمال وجود دارد که این متغیرها پیش از بروز عارضه کمردرد در افراد ایجاد نشده و نتوانند در شناسایی افراد مستعد و پیشگیری از بروز کمردرد به ما کمک کنند. از طرفی، این احتمال وجود دارد که با دخیل کردن فاکتورهای دیگر مانند افزایش تعداد نمونه‌ها، تغییر جامعه آماری، استفاده از وسایل اندازه‌گیری دیگر و انجام تست‌ها بعد از ایستادن طولانی‌مدت و وجود خستگی به نتایج متفاوتی دست یابیم. لذا، انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه پیشنهاد می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه زیر نظر کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست‌پزشکی دانشگاه تهران مورد تأیید قرار گرفته بود (شناسه اخلاق: IR.UT.SPORT.REC.1400.020).

حمایت مالی

مطالعه حاضر هیچ‌گونه حمایت مالی دریافت نکرده است.

نقش نویسندگان

این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم نفیسه همایی مراد به راهنمایی دکتر فواد صیدی و مشاوره دکتر سید حامد موسوی نگارش شده است.

تشکر و قدردانی

با تشکر از تمامی شرکت‌کنندگان و کادر آزمایشگاه که ما را در این مقاله یاری رساندند.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تضاد منافعی در این مطالعه وجود ندارد.

References

1. Hoy D, Bain C, Williams G, March L, Brooks P, Blyth F, et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. Arthritis & Rheumatism. 2012;64(6):2028-37.
2. Keefe FJ, Hill RW. An objective approach to quantifying pain behavior and gait patterns in low back pain patients. Pain. 1985;21(2):153-61.
3. Gallagher KM, Callaghan JP. Early static standing is associated with prolonged standing induced low back pain. Human movement science. 2015;44:111-21.
4. Viggiani D, Nelson-Wong E, Davidson BS, Callaghan JP. A comparison of trunk control in people with no history, standing-induced, and recurrent low back pain during trunk extension. Journal of Manual & Manipulative Therapy. 2020;28(2):94-102.

5. Shin S-S, Yoo W-G. Lumbar Movement Dysfunction Based on Movement Control Impairment Classification System in Those Who Do and Do Not Develop Transient Low Back Pain During Prolonged Sitting. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. 2020;43(5):429-36.
6. Sorensen CJ, Johnson MB, Norton BJ, Callaghan JP, Van Dillen LR. Asymmetry of lumbopelvic movement patterns during active hip abduction is a risk factor for low back pain development during standing. Human movement science. 2016;50:38-46.
7. Viggiani D, Gallagher KM, Sehl M, Callaghan JP. The distribution of lumbar intervertebral angles in upright standing and extension is related to low back pain developed during standing. Clinical Biomechanics. 2017;49:85-90.
8. Nelson-Wong E, Alex B, Csepe D, Lancaster D, Callaghan JP. Altered muscle recruitment during extension from trunk flexion in low back pain developers. Clinical biomechanics. 2012;27(10):994-8.
9. Nelson-Wong E, Callaghan JP. Is muscle co-activation a predisposing factor for low back pain development during standing? A multifactorial approach for early identification of at-risk individuals. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2010;20(2):256-63.
10. Cregg AC. Changes in spinal posture, muscle activation, center of pressure and discomfort while standing with different footrest heights during a standardized computer task 2018.
[Thesis for MSc]. [Ontario, Canada]: Faculty of Health Sciences, University of Ontario Institute of Technology; 2018 .
11. Nelson-Wong E, Gregory DE, Winter DA, Callaghan JP. Gluteus medius muscle activation patterns as a predictor of low back pain during standing. Clinical Biomechanics. 2008;23(5):545-53.
12. Jacquelin Perry M. Gait analysis: normal and pathological function. New Jersey: SLACK. 2010.https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/ PMC3761742/
13. Hicks GE, Sions JM, Coyle PC, Pohlig RT. Altered spatiotemporal characteristics of gait in older adults with chronic low back pain. Gait & posture. 2017;55:172-6.
https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.04.027
14. Nelson-Wong E, Callaghan JP. Transient low back pain development during standing predicts future clinical low back pain in previously asymptomatic individuals. Spine. 2014;39(6):E379-E83.
15. Nelson-Wong E, Flynn T, Callaghan JP. Development of active hip abduction as a screening test for identifying occupational low back pain. journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2009;39(9):649-57.
16. Sahrmann S, Azevedo DC, Van Dillen L. Diagnosis and treatment of movement system impairment syndromes. Brazilian journal of physical therapy. 2017;21(6):391-9.
17. Gallagher KM, Nelson-Wong E, Callaghan JP. Do individuals who develop transient low back pain exhibit different postural changes than non-pain developers during prolonged standing? Gait & posture. 2011;34(4):490-5.
18. Gregory DE, Brown SH, Callaghan JP. Trunk muscle responses to suddenly applied loads: do individuals who develop discomfort during prolonged standing respond differently? Journal of Electromyography and Kinesiology. 2008;18(3):495-502.
19. Khoshroo F, Seidi F, Rajabi R, Thomas A. A comparison of functional movement patterns between female low back pain developers and non-pain developers. Work. 2021;69(4):1247-54.
20. Rum L, Brasiliano P, Vannozzi G, Laudani L, Macaluso A. Non-specific chronic low back pain elicits kinematic and neuromuscular changes in walking and gait termination. Gait & Posture. 2021;84:238-44.
21. Baldon RDM, Serrão FV, Scattone Silva R, Piva SR. Effects of functional stabilization training on pain, function, and lower extremity biomechanics in women with patellofemoral pain: a randomized clinical trial. Journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2014;44(4):240-51.
22. 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. Journal of athletic training. 2013;48(4):442-9.
23. Sorensen CJ, George SZ, Callaghan JP, Van Dillen LR. Psychological factors are related to pain intensity in back-healthy people who develop clinically relevant pain during prolonged standing: a preliminary study. PM&R. 2016;8(11):1031-8.
24. Fewster KM, Gallagher KM, Howarth SH, Callaghan JP. Low back pain development differentially influences centre of pressure regularity following prolonged standing. Gait & posture. 2020;78:e1-e
25. Bussey MD, Aldabe D, Ribeiro DC, Madill S, Woodley S, Hammer N. Is Pelvic Floor Dysfunction Associated With Development of Transient Low Back Pain During Prolonged

Standing? A Protocol. Clinical Medicine Insights: Women's Health. 2019;12:1179562X19849603.
26. Borg G. Borg's perceived exertion and pain scales: Human kinetics; 1998.
27. Sanayi M, Zardoshtian Sh, Norouzi-Seyed, Hosseini R. The effect of physical activities on the quality of life and life expectancy in the elderly of Mazandaran province. Sports management studies. 2013;17(10):137-58. [In Persian]
28. Celenay ST, Kaya DO. Immediate effects of kinesio taping on pain and postural stability in patients with chronic low back pain. Journal of bodywork and movement therapies. 2019;23(1):206-10.
29. Chen MJ, Fan X, Moe ST. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. Journal of sports sciences. 2002;20(11):873-99.
30. Daneshmandi H, Choobineh AR, Rajaee-Fard A-R. Validation of Borg's RPE 6-20 scale in male industrial workers of Shiraz city based on heart rate. Jundishapur scientific medical journal. 2012;11(1):1-10. [In Persian]
31. Davis AM, Bridge P, Miller J, Nelson-Wong E. Interrater and intrarater reliability of the active hip abduction test. journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2011;41(12):953-60.
32. Nelson-Wong E, Flynn T, Callaghan JPJjoo, therapy sp. Development of active hip abduction as a screening test for identifying occupational low back pain. 2009;39(9):649-57.
33. Sorensen CJ, Johnson MB, Callaghan JP, George SZ, Van Dillen LRJTCjop. Validity of a paradigm for low back pain symptom development during prolonged standing. 2015;31(7):652.
34. Nelson-Wong E, Callaghan JP. Repeatability of clinical, biomechanical, and motor control profiles in people with and without standing-induced low back pain. Rehabilitation research and practice. 2010;2010.
35. Mosadegh Y, Nasiri M, Ghadimi Kalate Z, Alghosi M. Cognitive task on Stance phase timing of walking in Multiple Sclerosis patients. Middle Eastern Journal of Disability Studies. 2019;9:83-. [In Persian]
36. Biodex Medical Systems. Biodex system SD: Operation/Service manual. Shirley, NY: Biodex Medical Systems, Inc; 2007.
37. Cachupe WJ, Shifflett B, Kahanov L, Wughalter EH. Reliability of biodex balance system measures. Measurement in physical education and exercise science. 2001;5(2):97-108.
38. Caña-Pino A, Espejo-Antúnez L, Del Barco PC, Montanero-Fernández J, Lluch-Girbés E, Roussel NA, et al. Energy spectral density as valid parameter to compare postural control between subjects with nonspecific chronic low back pain vs healthy subjects: A case-control study. Musculoskeletal Science and Practice. 2021;53:102370.
39. Koch C, Hänsel F. Non-specific low back pain and postural control during quiet standing—a systematic review. Frontiers in psychology. 2019;10:586.
40. Hwang C-T, Van Dillen LR, Haroutounian S. Do changes in sensory processing precede low back pain development in healthy individuals? The Clinical journal of pain. 2018;34(6):525-31.
41. Madadi-Shad M, Jafarnezhadgero AA, Sheikhalizade H, Dionisio VC. Effect of a corrective exercise program on gait kinetics and muscle activities in older adults with both low back pain and pronated feet: A double-blind, randomized controlled trial. Gait & posture. 2020;76:339-45.
42. Sung PS, Danial P. A kinematic symmetry index of gait patterns between older adults with and without low Back Pain. Spine. 2017;42(23):E1350-E6.