

Research Paper

Investigating Posture Differences Between the Right and Left Sides in High School Boys With Sway-Back: A Comprehensive Approach



Amir Salehi Saheb¹ , *Foad Seidi¹ , Davood Khezri²

1. Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. Department of Sports Biomechanics, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran.



Citation Salehi Saheb A, Seidi F, Khezri D. [Investigating Posture Differences Between the Right and Left Sides in High School Boys With Sway-Back: A Comprehensive Approach (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 14(1):116-133. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.1.3304>

<https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.1.3304>

ABSTRACT

Background and Aims The sway-back posture is common among different societies and has many consequences, especially for teenage boys. Previous studies have assumed no significant difference in posture between the right and left sides for individuals with sway-back posture. Accordingly, this study investigates the differences in posture between the right and left sides in the sagittal plane among high school boys with sway-back posture and anterior pelvic tilt.

Methods The study involved 45 high school boys with sway-back posture and anterior pelvic tilt. The mean age of the participants is 16.33 years. The mean body mass index is 21.33 kg/m². The mean sway-back angle is 15.49 degrees on the right side and 15.29 degrees on the left side. Additionally, the mean pelvic tilt is 16.96 degrees on the right side and 15.27 degrees on the left side. The sway angle, as the main characteristic of this posture, and forward head, forward shoulder, trunk lean, pelvic displacement, and pelvic tilt or hip angles as its connected details were calculated using the photogrammetry method on both sides of the body. Thoracic hyper-kyphosis was measured using by flexible ruler.

Results The results of the 1-way repeated measures multivariate analysis of variance test showed a significant difference between the posture on the right side compared to the left in high school boys with sway-back with a large effect size ($F_{7,38}=7.92$, $P=0.001$, Wilk's $\lambda=0.407$, and Partial Eta Squared [η^2]=0.593)

Conclusion Contrary to the assumptions of past studies based on a traditional reductionist approach, it is necessary to measure the posture of individuals with sway-back on both sides of the body using a comprehensive approach grounded in a systemic perspective.

Keywords Sway-back posture, Reductionist approach, Comprehensive approach, Photogrammetry

Received: 03 Nov 2024

Accepted: 16 Nov 2024

Available Online: 21 Mar 2025

* Corresponding Author:

Foad Seidi, Professor.

Address: Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.

Tel: +98 (912) 6781740

E-Mail: foadseidi@ut.ac.ir



Copyright © 2025 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

The sway-back posture is very common among different societies. It is characterized by a faulty alignment in which the pelvis moves forward and the upper body shifts backward in the sagittal plane. In these individuals, in the standing position and from the side view, the line of gravity passes behind the hip joint. This body position can be associated with an increase in thoracic kyphosis, forward head and shoulders, a decrease in lumbar lordosis, posterior or anterior pelvic tilt, and hyperextension of the hip and knee joints. In this passive position, many anti-gravity muscles do not support the body, and the person is completely surrendered to the force of gravity, with most of the passive structures, like ligaments and joint capsules, providing stability. Studies and clinical observations have reported numerous neuromuscular, morphological, and biomechanical complications associated with this posture, which has many consequences, especially for teenage boys.

In previous studies, photogrammetry has been utilized as a reliable method for assessing posture in normal standing, particularly for measuring angles in the sagittal plane. Accordingly, in most of the previous studies, researchers have employed this method to quantitatively assess the sway-back posture in the sagittal plane. However, with a traditional approach and a reductionist perspective, it has been assumed that there is no difference between the postures on the right side compared to the left in the sagittal plane for individuals with sway-back. In a comprehensive approach, researchers believe that it is necessary to measure the posture of these individuals in the sagittal plane on both sides of the body to lead to problem-solving with a higher degree of confidence. Hence, this study investigates the difference in posture between the right and left sides in the sagittal plane in high school boys with sway-back and anterior pelvic tilt.

Methods

The study involved 45 high school boys with sway-back posture and anterior pelvic tilt who were randomly selected. The mean age of the participants is 16.33 years. The mean body mass index is 21.33 kg/m². The mean sway-back angle is 15.49 degrees on the right side and 15.29 degrees on the left side. Additionally, the mean pelvic tilt is 16.96 degrees on the right side and 15.27 degrees on the left side. A total of 15 reflective markers were used for each person. The markers were placed on the tragus, acromion process, superior anterior iliac spine, superior

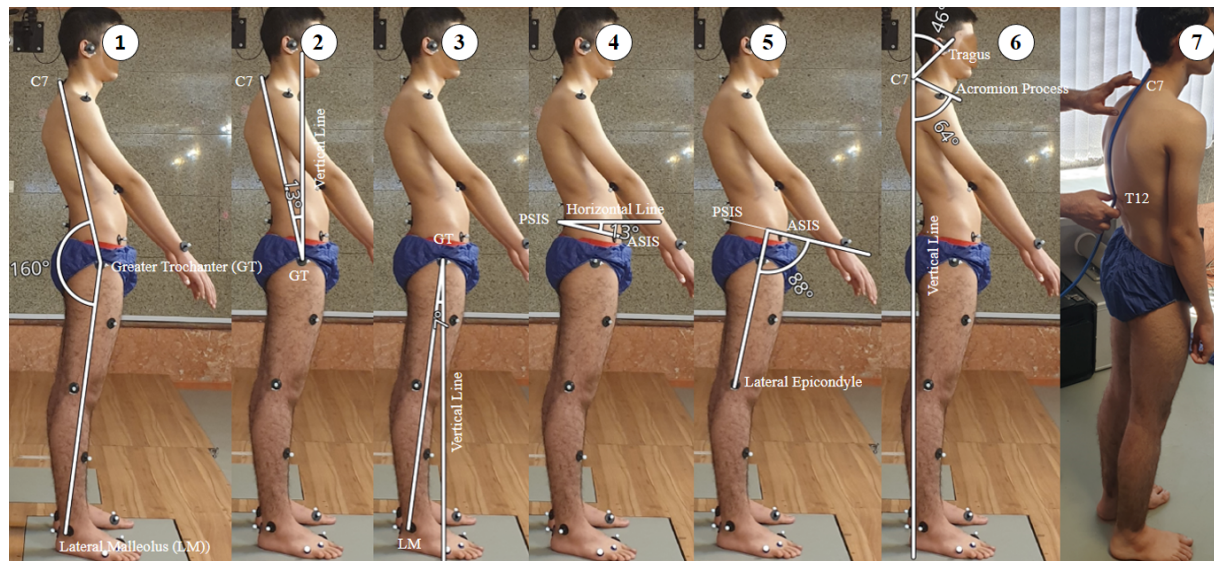
posterior iliac spine, greater trochanter of the femur, lateral epicondyle of the femur, lateral malleolus (all on both sides of the body), and the seventh cervical vertebra. The sway angle, as the main characteristic of this posture, and forward head, forward shoulder, trunk lean, pelvic displacement, pelvic tilt, and hip angles as its connected details were calculated using the photogrammetry method on both sides of the body (Figure 1).

Thoracic hyper-kyphosis was measured using by flexible ruler (Figure 1). Having a sway angle greater than or equal to 10 degrees, and an anterior pelvic tilt greater than or equal to 10 degrees on the right side, thoracic kyphosis angle greater than 46 degrees, along with a body mass index ranging from 18 to 25, were the inclusion criteria for entering the study. A history of bone and joint problems and diseases, such as rheumatoid arthritis and fractures, as well as previous surgeries in the spine, pelvis, shoulder girdle, and lower limbs, and a history of diseases that require special considerations, such as cardiovascular diseases, spinal canal stenosis, spondylolisthesis, epilepsy, severe anemia, and metabolic and endocrine diseases, based on questions asked of the parents of the participants (self-reported), and tibia vara, anti-version or retroversion of the femoral head and neck, pes cavus, genu varum, and scoliosis greater than 10 degrees in different parts of the spine, were exclusion criteria for this study. Descriptive and inferential statistics were employed to examine and analyze the research data. The analyses were conducted using SPSS software, version 27 (Tables 1, 2, and 3). To compare the posture on the right side to the left in the sagittal plane, the means of the variables were compared. In this context, to assess the differences in means, considering there were multiple dependent variables, a 1-way multivariate repeated measures analysis of variance test was employed. Additionally, the degree of correlation between the corresponding dependent variables on the right and left sides was examined.

Results

The results of the 1-way multivariate repeated measures analysis of variance test showed a significant difference between the posture on the right side compared to the left in high school boys with sway-back with a large effect size ($F_{7,38}=7.92$, $P=0.001$, Wilk's $\lambda=0.407$, and partial Eta Squared [η^2]=0.593).

Additionally, the results of the 1-way multivariate repeated measures analysis of variance test (Table 2) indicated that this difference is significant for the forward head, forward shoulder, pelvic displacement, and pelvic tilt angles. The difference between the means on the two



Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Figure 1. A schematic view of calculating the study variables

(1) The sway angle is equal to 180 minus the angle between the spinous process of the seventh cervical vertebra (C7), the greater trochanter of the femur (GT), and the midpoint of the lateral malleolus (LM); (2) The trunk lean angle is equal to the angle between the line passing through the spinous process of C7 and GT, and a vertical line passing through the GT; (3) The pelvic displacement angle is equal to the angle between the line passing through the midpoint of LT and GT and a vertical line passing through GT; (4) The pelvic tilt angle is equal to the angle between the line passing through the anterior superior iliac spine (ASIS), the posterior superior iliac spine (PSIS), and the horizontal line passing through the PSIS; (5) The hip angle is equal to the angle between the line passing through PSIS and ASIS and a line passing through the GT and the lateral epicondyle; (6) The forward head angle is equal to the angle between the line passing through the tragus and the spinous process of C7, and the vertical line passing through the C7, while the forward shoulder angle is equal to the angle between the line passing through the acromion process and the spinous process of C7, and the vertical line passing through C7; (7) Using a flexible ruler for calculating the thoracic kyphosis angle from C7 to the twelfth thoracic vertebra

sides for forward head, pelvic displacement, and pelvic tilt angles exhibited a large effect size, while for forward shoulder, the effect size was close to large. Furthermore, there was no strong correlation between the data obtained from posture measurements on the right side compared to the left side (Table 3).

The Pearson correlation results revealed a weak correlation between the two sides of the body for sway and trunk lean angles despite no significant difference in their means. This indicates a slight similarity between these variables on both sides of the body.

Conclusion

Contrary to the assumptions of past studies based on a traditional reductionist approach, it is necessary to measure the posture of individuals with sway-back on both sides of the body using a comprehensive approach

grounded in a systemic perspective. The data obtained from one side of the body, whether from the variables that did not show a significant difference in their means between the two sides of the body, or from the variables that had a significant difference in their means between the two sides of the body, cannot be representative of the opposite side of the body.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles, such as the participants' informed consent, confidentiality, and right to leave the study, were considered. Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee of Sport Sciences Research Institute (IR.SSRC.REC.1402.297). Also, a trial ID number, IRCT20231228060555N1, was received from the Iranian Clinical Trial Registration Center.

Table 1. Descriptive characteristics of subjects and research variables (n=45)

Variables	Side	Mean±SD	95% Confidence Interval for Mean		Standard Error (Mean)
			Lower Bound	Upper Bound	
Age (years)	---	16.33±0.78	16.10	16.57	0.12
Weight (kg)	---	65.39±6.61	63.41	67.38	0.98
Height (cm)	---	175.07±5.69	173.36	176.78	0.85
Body mass index (kg/m ²)	---	21.33±1.76	20.80	21.86	0.26
Sway angle (degrees)	Right	15.49±3.81	14.34	16.63	0.57
Sway angle (degrees)	Left	15.29±3.79	14.15	16.43	0.56
Forward head (degrees)	Right	45.49±4.83	44.04	46.94	0.72
Forward head (degrees)	Left	41.78±4.92	40.30	43.26	0.73
Forward shoulder (degrees)	Right	68.02±8.79	65.38	70.66	1.31
Forward shoulder (degrees)	Left	71.40±10.78	68.16	74.64	1.61
Thoracic kyphosis (degree)	---	54.51±4.02	53.31	55.72	0.60
Trunk lean (degrees)	Right	9.50±2.41	8.78	10.22	0.36
Trunk lean (degrees)	Left	10.16±2.44	9.43	10.89	0.36
Pelvic displacement (degrees)	Right	5.89±2.10	5.26	6.52	0.31
Pelvic displacement (degrees)	Left	4.96±2.22	4.29	5.62	0.33
Pelvic tilt (degrees)	Right	16.96±3.84	15.80	18.11	0.57
Pelvic tilt (degrees)	Left	15.27±4.15	14.02	16.51	0.62
Hip angle (degrees)	Right	78.13±5.71	76.42	79.85	0.85
Hip angle (degrees)	Left	79.49±5.24	77.91	81.06	0.78

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine**Table 2.** Results of the 1-way repeated measures analysis of variance (comparing right and left sides for the research variables)

Variable (Degrees)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference		Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Square	F	Significance	Partial Eta Squared	Observed Power
		Lower Bound	Upper Bound							
Sway angle	0.20	-1.06	1.46	0.90	1	0.90	0.102	0.75	0.002	0.061
Forward head	3.71	2.63	4.79	309.88	1	309.88	47.904	0.01	0.521	1
Forward shoulder	-3.38	-6.16	-0.59	256.71	1	256.71	5.963	0.01	0.119	0.666
Trunk lean	-0.66	-1.57	0.25	9.77	1	9.77	2.119	0.15	0.046	0.296
Pelvic displacement	0.93	0.23	1.64	19.60	1	19.60	7.104	0.01	0.139	0.741
Pelvic tilt	1.69	0.81	2.57	64.18	1	64.18	14.955	0.01	0.254	0.966
Hip angle	-1.35	-2.94	0.23	41.34	1	41.34	2.977	0.09	0.063	0.393

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Table 3. Pearson Correlation Results Between Right and Left Sides for the Research Variables

Variable (Degrees)	Correlation Between the Right and Left Sides	Significance
Sway angle	0.391	0.01
Forward head	0.728	0.01
Forward shoulder	0.567	0.01
Trunk lean	0.215	0.157
Pelvic displacement	0.412	0.01
Pelvic tilt	0.734	0.01
Hip angle	0.539	0.01

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Funding

This study was extracted from the PhD thesis of the first author at the Faculty of Sport Sciences and Health, [University of Tehran](#), Tehran, Iran. This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

All authors contributed equally to the conception and design of the study, data collection and analysis, interpretation of the results, and drafting of the manuscript. Each author approved the final version of the manuscript for submission.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank all participants as well as Dr. Samira Gholamian from the laboratory of the Sports Sciences Research Institute, Mr. Behzad Nikoogar, Mr. Vahid Soleimani, Mr. Hamid Rastegari, Mr. Mohammad Pasandideh, Mr. Sadegh Ebrahimi, Ms. Mahla Khanjari and Ms. Fatemeh Homaei, for their cooperation and assistance in this study.



مقاله پژوهشی

تفاوت پوسچر بین سمت راست و چپ در پسران دبیرستانی مبتلا به پشت تابدار براساس رویکرد جامع

امیر صالحی صاحب^۱، *فواد صیدی^۱، داوود خضری^۲

۱. گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، ایران.
۲. گروه بیومکانیک و فناوری ورزشی، پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران.

Use your device to scan
and read the article online



Citation Salehi Saheb A, Seidi F, Khezri D. [Investigating Posture Differences Between the Right and Left Sides in High School Boys With Sway-Back: A Comprehensive Approach (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 14(1):116-133. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.1.3304>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.1.3304>

چیکید

مقدمه و اهداف پوسچر پشت تابدار شیوع فراوانی در بین جوامع مختلف دارد و دارای عواقب زیادی به‌ویژه برای پسران نوجوان می‌باشد. در تحقیقات گذشته فرض بر این بوده است که در افراد مبتلا تفاوتی بین پوسچر در سمت راست در مقایسه با سمت چپ در صفحه ساجیتال وجود ندارد. بنابراین هدف کلی از تحقیق حاضر بررسی تفاوت پوسچر بین سمت راست و چپ در صفحه ساجیتال در پسران دبیرستانی مبتلا به پشت تابدار با تیلت قدامی لگن بود.

مواد و روش‌ها نمونه‌ها ۴۵ نفر پسر دبیرستانی مبتلا به پوسچر پشت تابدار با تیلت قدامی لگن بودند. میانگین سن ۱۶/۳۳ سال، میانگین شاخص توده بدنی ۲۱/۳۳ کیلوگرم بر متر مربع، میانگین زاویه تاب در سمت راست و چپ به‌ترتیب ۱۵/۴۹ و ۱۵/۲۹ درجه و میانگین تیلت لگن در سمت راست و چپ به‌ترتیب ۱۶/۹۶ و ۱۵/۲۷ درجه بود. زاویه تاب به‌عنوان مشخصه اصلی این پوسچر نامطلوب و زوایای سر به جلو، شانه به جلو، جابه‌جایی تنه به سمت عقب، جابه‌جایی لگن به سمت جلو و تیلت لگن یا زاویه ران به‌عنوان جزئیات به‌هم‌پیوسته آن با استفاده از روش فتوگرامتری در دو سمت بدن محاسبه و کایفوز سینه‌ای افزایش یافته با استفاده از خط‌کش منعطف اندازه‌گیری شد. **یافته‌ها** نتایج آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره یک‌طرفه برای داده‌های زوجی نشان داد در نوجوانان پسر مبتلا به پشت تابدار به‌طور کلی بین پوسچر در سمت راست در مقایسه با سمت چپ، تفاوت معنی‌داری با اندازه اثر بزرگ وجود دارد ($F_{(7,88)}=7/92$ ، $P=0/001$ ، $\eta^2=0/407$ ، $\lambda=0/593$ = مربع اتای جزئی).

نتیجه‌گیری نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن بود که برای اندازه‌گیری پوسچر افراد مبتلا به پشت تابدار بر خلاف پیش‌فرض مطالعات گذشته که برگرفته از رویکرد سنتی با دیدگاهی تقلیل‌گرایانه است، نیاز است با رویکرد جامع که برگرفته از دیدگاه سیستمی است پوسچر در هر دو سمت بدن اندازه‌گیری شود.

کلیدواژه‌ها پوسچر پشت تابدار، رویکرد تقلیل‌گرایانه، رویکرد جامع، فتوگرامتری

تاریخ دریافت: ۱۳ آبان ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۲۶ آبان ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۰۱ فروردین ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

دکتر فواد صیدی

نشانی: تهران، دانشگاه تهران، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی.

تلفن: ۹۸۸ (۹۱۲) ۶۷۸۱۷۴۰

رایانامه: foadseidi@ut.ac.ir



Copyright © 2025 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه و اهداف

پوسچر^۱ به عنوان ارتباط نسبی قسمت‌های مختلف بدن نسبت به هم در هر لحظه از زمان تعریف شده است [۱]. کندال^۲ پوسچر را در وضعیت ایستاده از نمای جانبی در صفحه ساجیتال به یک زیرگروه نرمال و سه زیرگروه غیرنرمال کایفوتیک-لوردوتیک^۳، پشت صاف^۴ و پشت تابدار^۵ تقسیم‌بندی کرد [۱، ۲]. براساس تعریف محققان گذشته، پوسچر پشت تابدار یک وضعیت نامناسب بدنی است که در آن لگن در صفحه ساجیتال به سمت جلو و بالاتنه به سمت عقب جابه‌جا می‌شود. در چنین افرادی در حالت ایستاده و از نمای جانبی خط کشش ثقل از پشت مفصل ران می‌گذرد؛ این وضعیت بدنی می‌تواند با افزایش کایفوز پشتی، کاهش لوردوز کمری، تیلت خلفی لگن و یا تیلت قدامی آن و اکستنشن بیش از حد مفاصل ران و زانو همراه باشد [۱، ۳-۷].

در تحقیقات گذشته از این پوسچر به عنوان وضعیتی غیرفعال نام برده شده است که در آن بسیاری از عضلات ضدجاذبه، بدن را حمایت نمی‌کنند و فرد کاملاً تسلیم نیروی جاذبه است و بیشتر ساختارهای غیرفعال (رباط، کپسول مفصلی و زوائد استخوانی) ثبات را فراهم می‌کنند [۱، ۴، ۸، ۹].

تحقیقات و مشاهدات کلینیکی گذشته، عوارض عصبی-عضلانی، مورفولوژیکی و بیومکانیکی متعددی برای این وضعیت نامطلوب گزارش کرده‌اند [۱، ۳-۵، ۸-۱۳]. به عنوان مثال عضلات مولتی فیدوس^۶ کمری و عرضی شکم^۷ که به عنوان عضلات ضدجاذبه نقش مهمی در ثبات کمری-لگنی و عملکرد تنفسی دارند، نه تنها فعالیت و عملکرد مناسبی ندارند بلکه خصوصیات مورفولوژیک آن‌ها نیز تغییر می‌کند. همچنین باتوجه به انتقال تنه به عقب عضلات شکمی به عنوان تنها عضلات ضدجاذبه جهت جلوگیری از سقوط آن به سمت عقب عمل می‌کنند [۴، ۵، ۹].

از مهم‌ترین عواقب این پوسچر نامطلوب افزایش ریسک ابتلا به کمردرد و گردن درد می‌باشد [۱۴-۱۷]. براساس دو مطالعه مروری، این پوسچر از مهم‌ترین فاکتورهای کمی قابل اندازه‌گیری در پیش‌بینی گردن درد و شانه درد می‌باشد [۱۴، ۱۶]. همچنین این پوسچر و جابه‌جایی لگن به جلو که از مشخصه‌های اصلی آن می‌باشد از مهم‌ترین فاکتورهای کمی قابل اندازه‌گیری در پیش‌بینی کمردرد در نوجوانان ۱۰ تا ۱۸ سال می‌باشد [۱۴، ۱۸، ۱۶].

آمارها حاکی از شیوع ۳۱/۱ الی ۶۲/۵ درصدی این پوسچر نامطلوب در جوامع مختلف مخصوصاً در بین نوجوانان و جوانان می‌باشد [۱۷، ۱۹-۲۱]؛ یعنی دست‌کم یک‌سوم و در مواردی نزدیک به دوسوم از افراد جوامعی که مورد پژوهش قرار گرفته‌اند مبتلا به این پوسچر نامطلوب بوده‌اند. همچنین به گزارش محققان در بین پوسچرهای نامطلوب در صفحه ساجیتال عواقب پوسچر پشت تابدار برای پسران نوجوان بیشتر از سایر پوسچرهای نامطلوب می‌باشد، به طوری که این گروه در مقایسه با همسالان خود که پوسچر نرمال دارند بیش از ۳ برابر احتمال ابتلا به کمردردی که ۳ ماه یا بیشتر طول بکشد را داشتند. در صورتی که در خصوص دختران این احتمال وجود نداشت [۱۵، ۱۸].

باتوجه به شیوع بالای این پوسچر نامطلوب در جوامع مختلف، محققان در تحقیقات گذشته سعی کرده‌اند مشاهدات بصری خود از افراد مبتلا به این پوسچر نامطلوب را به صورت کمی بیان کنند. در این خصوص میزان زاویه تاب یا نوسان^۸ به عنوان مشخصه اصلی جهت شناسایی این پوسچر نامطلوب محاسبه شده است و زوایای سر به جلو^۹، شانه به جلو^{۱۰}، کایفوز سینه‌ای افزایش یافته^{۱۱}، جابه‌جایی تنه به سمت عقب^{۱۲}، جابه‌جایی لگن به سمت جلو^{۱۳} و تیلت لگن^{۱۴} و زاویه ران^{۱۵} به عنوان جزئیات به هم پیوسته این پوسچر مورد اندازه‌گیری قرار گرفته است (تصویر شماره ۱) [۴، ۷، ۱۳، ۱۷، ۱۸، ۲۲-۲۶].

در مطالعات پیشین از روش فتوگرامتری^{۱۶} برای اندازه‌گیری پوسچر در حالت ایستاده به عنوان روشی مناسب با پایایی بالا به ویژه جهت اندازه‌گیری زوایا در صفحه ساجیتال نام برده شده است [۱۳، ۱۷، ۲۳، ۲۴، ۲۷-۳۴]. به همین دلیل، در بیشتر تحقیقات گذشته که در خصوص پوسچر پشت تابدار انجام شده، برای اندازه‌گیری کمی این پوسچر در صفحه ساجیتال از روش فتوگرامتری از نمای جانبی استفاده شده است. اما باتوجه به تقسیم‌بندی کندال از پوسچرهای نامطلوب در صفحه ساجیتال، با رویکردی سنتی و دیدگاهی تقلیل‌گرایانه^{۱۷}، فرض بر این بوده است که افراد مبتلا به پوسچر پشت تابدار اولاً تنها در صفحه ساجیتال دچار مشکل شده‌اند، ثانیاً تفاوتی بین پوسچر این افراد در سمت راست در مقایسه با سمت چپ در این صفحه وجود ندارد. با این پیش‌فرض در همه تحقیقات گذشته براساس مرور آزمونگر زاویه تاب و جزئیات به هم پیوسته این پوسچر نامطلوب فقط در یک سمت بدن و عمدتاً در سمت راست، محاسبه شده

8. Sway Angle
9. Forward Head Angle
10. Forward Shoulder Angle
11. Thoracic Hyper Kyphosis
12. Trunk Lean Angle
13. Pelvic Displacement Angle
14. Pelvic Tilt Angle
15. Hip Angle
16. Photogrammetry
17. Reductionist Approach

1. Posture
2. Kendall
3. Kyphotic-Lordotic
4. Flat Back
5. Sway-Back
6. Lumbar Multifidus
7. Transverse Abdominis

($F^2=0/5$) و داشتن ۷ متغیر وابسته و استفاده از آزمون تحلیل واریانس نیاز به حداقل ۳۸ نفر آزمودنی بود. با در نظر گرفتن ریزش احتمالی به علت عدم احراز شرایط ورود به تحقیق، ۵۰ نفر جهت شرکت در اندازه‌گیری‌های کمی انتخاب شدند. از بین ۵۰ نفر انتخاب‌شده ۵ نفر پس از انجام اندازه‌گیری‌های کمی به دلیل نداشتن شرایط لازم به تحقیق ورود پیدا نکردند.

معیارهای ورود به تحقیق

معیارهای ورود بدین شرح است: داشتن زاویه تاب یا نوسان بدن بیشتر یا مساوی با ۱۰ درجه [۱۷، ۷] و تیلت قدامی لگن بیشتر یا مساوی با ۱۰ درجه در سمت راست بدن (براساس مطالعه مروری که کراوسکی و همکاران در سال ۲۰۱۴ انجام دادند، رنج تیلت لگن به طور معمول ۷-۱۸ درجه در اندازه‌گیری زاویه خط گذرنده از دو لندمارک ASIS و PSIS با خط هوریزونتال گذرنده از PSIS می‌باشد) [۲۷]، داشتن زاویه کایفوز بیشتر از ۴۶ درجه [۴۲] عدم شرکت در فعالیت منظم ورزشی غیر از فعالیت‌های زنگ ورزش مدرسه [۳۵] و شاخص توده بدنی 25 تا 18 [۳۵، ۶].

معیارهای عدم ورود به تحقیق

معیارهای عدم ورود عبارت‌اند از: سابقه ابتلا به بیماری‌هایی که به ملاحظات ویژه‌ای نیاز دارند مانند سابقه بیماری‌های قلبی-عروقی-تنفسی، تنگی کانال نخاعی، اسپاندیلولیتیز، صرع، کم‌خونی شدید و بیماری‌های متابولیک و غدد درون‌ریز مانند دیابت و کم‌کاری شدید تیروئید براساس پرسش از والدین نمونه‌ها (خوداظهاری) [۴۳، ۴۴]، سابقه وجود مشکلات و بیماری‌های استخوانی و مفصلی مانند آرتريت روماتوئید و بیماری‌های لگن و ستون فقرات، سابقه شکستگی‌ها و جراحی قبلی در ستون فقرات، لگن، کمربند شانه‌ای و اندام‌های تحتانی براساس پرسش از والدین نمونه‌ها قبل از ورود به تحقیق (خوداظهاری) [۳۵، ۱۳]، وجود ناراستی‌های واضح استخوانی مانند تیبیاوارا^{۲۳} بر اساس مشاهده آزمونگر [۳۵، ۱۳]، اندازه نابرابر اندام‌های تحتانی در آزمون سنجش طول پاها^{۲۴} به روش مگی^{۲۵} [۴۴] زاویه غیرنرمال در سر و گردن استخوان ران نسبت به کندیل‌های ران (آنتی ورژن^{۲۶} و ریتروورژن^{۲۷}) در تشخیص با استفاده از آزمون کرگ^{۲۸} به روش ذکرشده توسط یودینگ^{۲۹} و همکاران [۴۵]، وجود ناهنجاری‌های کف پای گود و زانوی پرانتزی در پوسچر فرد که بیشتر ممکن است براساس استراتژی‌های اجباری شکل گرفته باشند نه جبرانی. به عنوان مثال به علت تغییر در زاویه نرمال

است [۴، ۷، ۱۳، ۱۷، ۱۸، ۲۲-۲۶]. در صورتی که در رویکرد جامع^{۱۸} [۳۵] با نگرشی سیستمی^{۱۹} [۳۶] محقق معتقد است که باید آنالیز کلی از سیستم حرکتی انسان^{۲۰} به عنوان یک مجموعه واحد [۳۷، ۳۸] جهت کشف دلایل و ابعاد مشکل مدنظر قرار گیرد تا بتواند با ضریب اطمینان بالاتری به حل مسئله و مدیریت مشکل منجر شود. باتوجه به گزارش‌های کلینیکی و تحقیقات گذشته محققان، ناراستی‌ها در پوسچر نامطلوب پشت تابدار برخلاف کلاس‌بندی کندال تنها در صفحه حرکتی ساجیتال اتفاق نمی‌افتد، بلکه هر سه صفحه حرکتی را دربر می‌گیرد. بنابراین براساس رویکرد جامع برای اندازه‌گیری کمی این پوسچر نامطلوب نیاز است که حداقل هر دو سمت بدن به صورت مستقل در صفحه ساجیتال مورد ارزیابی قرار بگیرد [۳۹-۴۱].

بنابراین در تحقیق حاضر باتوجه به اینکه عواقب پوسچر پشت تابدار به ویژه برای پسران نوجوان بسیار زیاد است و ممکن است برای مدیریت این پوسچر نامطلوب نیاز به اطلاعات کمی دقیق‌تری باشد، محققان به دنبال پاسخ به این سؤال بودند که آیا در پسران نوجوان دبیرستانی مبتلا به پشت تابدار برای اندازه‌گیری کمی پوسچر در صفحه ساجیتال، می‌توان رویکرد سنتی و تقلیل گرایانه را پذیرفت و تنها به داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌ها در یک سمت بدن اکتفا نمود و نتایج را به سمت دیگر بدن نیز تعمیم داد؟ و یا براساس رویکرد جامع نیاز است برای ارزیابی پوسچر این افراد در صفحه ساجیتال هر دو سمت بدن مورد بررسی قرار بگیرد؟

مواد و روش‌ها

روش تحقیق، جامعه آماری و نمونه‌ها

تحقیق حاضر باتوجه به مقایسه متغیرهای تحقیق از نوع مقایسه‌ای بود. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل دانش‌آموزان پسر غیرورزشکار ۱۳-۱۸ ساله مبتلا به پوسچر پشت تابدار با تیلت قدامی لگن دبیرستان‌های مقطع دوم منطقه ۱۲ تهران بود. نمونه‌ها شامل ۴۵ پسر مبتلا به پوسچر پشت تابدار با تیلت قدامی لگن بودند که از بین افراد دارای شرایط لازم به صورت تصادفی انتخاب شدند. قبل از غربالگری و اندازه‌گیری‌ها، فرم رضایت‌نامه شرکت آگاهانه در تحقیق توسط شرکت‌کنندگان و اولیای آن‌ها تکمیل شد.

حجم نمونه

با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور^{۲۱} نسخه ۱/۳ باتوجه به توان آماری ۰/۸، سطح اطمینان ۹۵٪، آلفای ۰/۰۵، افکت سایز بزرگ

22. BMI
23. Tibia Vara
24. Leg Length Discrepancy Test
25. David J. Magee
26. Anteversion
27. Retroversion
28. Craig's Test
29. Alexandria Uding

18. Comprehensive Approach
19. System Thinking
20. Human Movement System
21. G*Power

فوقانی^{۳۷}، برجستگی بزرگ ران^{۳۸}، اپی کندیل خارجی ران^{۳۹}، قوزک خارجی پا^{۴۰} (همه در هر دو سمت بدن) و مهره هفتم گردنی^{۴۱} قرار گرفت (تصویر شماره ۱-۱). در مطالعات گذشته تکرارپذیری بالایی برای استفاده از این لندمارکها با استفاده از روش فتوگرامتری گزارش شده بود [۱۳، ۱۷، ۲۳، ۲۴، ۲۷-۳۴].

روند اندازه‌گیری پوسچر پشت تابدار (تصویر شماره ۱)

در این مرحله در محل آزمایشگاه بیومکانیک پژوهشگاه تربیت‌بدنی، ابتداء در ایستگاه اول پس از مشخص شدن لندمارکهای موردنظر و علامت‌گذاری آنها میزان کایفوز سینه‌ای با استفاده از خط‌کش منعطف به روش صیدی و همکاران از مهره هفتم گردنی تا مهره دوازدهم پشتی در ۳ بار پیاپی با ۱ دقیقه استراحت بین اندازه‌گیری‌ها محاسبه شد. برای این کار پس از مشخص شدن لندمارکهای استخوانی موردنیاز برای اندازه‌گیری کایفوز سینه‌ای، از آزمودنی خواسته می‌شد به‌صورت کاملاً طبیعی و راحت درحالی‌که پاهای به‌اندازه عرض شانه‌ها از یکدیگر فاصله داشتند و کاملاً برهنه بودند بایستد. به جلو نگاه کند و وزنش را به‌طور یکسان بر روی دو پایش بیندازد. در این حالت، آزمودگر ۳۰ ثانیه صبر می‌کرد تا بدن فرد به وضعیت طبیعی و راحت خود برسد.

سپس، خط‌کش منعطف بین مهره هفتم گردنی و مهره دوازدهم پشتی قرار داده می‌شد تا شکل قوس موجود را به خود بگیرد. پس از منطبق شدن خط‌کش منعطف بر روی ستون فقرات، نقاطی از آن که در تماس با دو مهره موردنظر بود با مایک علامت زده می‌شد و بدون آنکه تغییری در شکل خط‌کش منعطف صورت گیرد، از روی ستون فقرات به آرامی و با دقت برداشته و بر روی یک کاغذ با اندازه ۷۰×۵۰ سانتی‌متر گذاشته می‌شد. آنگاه، انحناهای ثبت‌شده توسط خط‌کش منعطف بین دو مهره هفتم گردنی و مهره دوازدهم پشتی بر روی کاغذ ترسیم می‌شد. هنگام رسم انحنا ثبت‌شده سعی بر آن بود که نوک قلم به سمت خط‌کش زاویه داده شود تا انحناهای رسم‌شده به موقعیتی که بدن آزمودنی قرار داشت نزدیک شود.

برای محاسبه زاویه کایفوز از روی شکل به‌دست‌آمده از خط‌کش منعطف، ابتدا نقاط مهره هفتم گردنی و مهره دوازدهم پشتی با یک خط مستقیم به‌وسیله یک خط‌کش ۶۰ سانتی‌متری به یکدیگر وصل می‌شد که خط L نامیده می‌شد. از عمیق‌ترین نقطه انحنا بین دونقطه مهره هفتم گردنی و مهره دوازدهم پشتی خطی عمود بر L رسم می‌شد که H نامیده می‌شد. آنگاه، پس از اندازه‌گیری طول خطوط L و H با خط‌کش میلی‌متری، مقادیر

سر و گردن استخوان ران نسبت به کندیل‌های ران [۴۶]، وجود اسکولیوز بیشتر از ۱۰ درجه در قسمت‌های مختلف ستون فقرات در آزمون خم کردن تنه به جلو (آزمون آدام^{۳۰} و اندازه‌گیری به‌وسیله اسکولیومتر) [۱۳].

روش تصادفی‌سازی

برای انتخاب تصادفی نمونه‌ها از برنامه تصادفی‌سازی تحت وب random.org استفاده شد. به این صورت که ابتدا با استفاده از منوی تولید لیست تصادفی^{۳۱} برنامه تحت وب، به هرکدام از اسامی که پس از غربالگری احتمال داده می‌شد دارای شرایط ورود به تحقیق باشند، یک شماره صحیح غیرتکراری پشت سر هم اختصاص داده شد تا هریک از آنها با یک عدد شناخته شوند. سپس با استفاده از منوی مولد توالی تصادفی^{۳۲} نرم‌افزار، ۵۰ نفر جهت شرکت در اندازه‌گیری‌های کمی انتخاب شدند. این فرایند توسط فردی که از محتوای تحقیق بی‌اطلاع بود انجام شد.

غربالگری

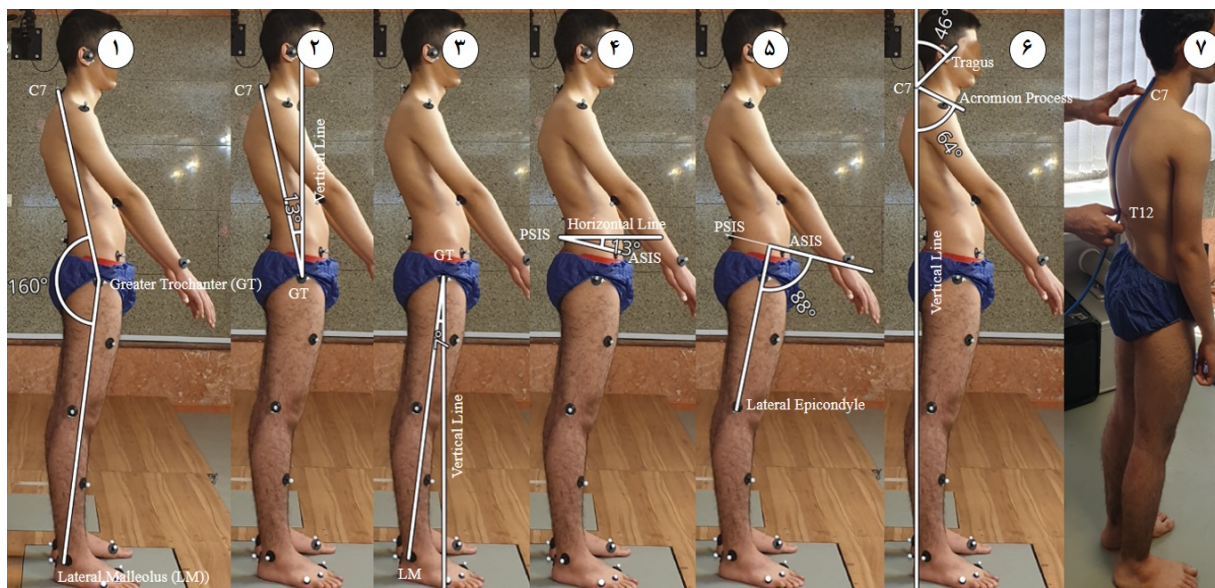
ابتدا مجوزهای لازم از اداره آموزش و پرورش منطقه ۱۲ تهران جهت اتخاذ نمونه‌های انسانی از بین دانش‌آموزان پسر مقطع متوسطه این منطقه گرفته شد. سپس فراخوان عمومی شرکت داوطلبانه در غربالگری ناهنجاری‌های بدنی مشتمل بر فرم رضایت‌نامه به دبیرستان‌های متوسطه منطقه ۱۲ تهران ارسال گردید تا دانش‌آموزان در صورت تمایل همراه با یکی از والدین به کلینیک حرکات اصلاحی آموزش و پرورش منطقه ۱۲ تهران مراجعه کنند. از بین افراد مراجعه‌کننده نمونه‌هایی که احتمالاً دارای شرایط ورود به تحقیق بودند شناسایی شدند.

مارکرگذاری

برای مارکرگذاری از مارکرهای پیش‌ساخته مخصوص دستگاه آنالیز حرکت^{۳۳} ساخت کشور آمریکا که قطر آنها ۹ میلی‌متر بود استفاده شد. برای هر فرد ۱۵ مارکر بازتابنده نور استفاده گردید. بعد از مشخص شدن لندمارکهای موردنظر، مارکرها بر روی کنار خارجی گوش^{۳۴} زائده آخرمی^{۳۵}، خار خاصره قدامی فوقانی^{۳۶}، خار خاصره خلفی

30. Adam's Forward Bend Test
31. List Randomizer Menu
32. Random Sequence Menu
33. Motion Capture and Analysis System
34. Tragus
35. Acromion Process
36. Anterior Superior Iliac Spine (ASIS)

37. Posterior Superior Iliac Spine (PSIS)
38. Greater Trochanter of Femur
39. Lateral Epicondyle of Femur
40. Lateral Malleolus
41. Seventh Cervical Vertebra



طوب توانبخش

تصویر ۱. طرح شماتیک نحوه محاسبه متغیرهای تحقیق. (α) زاویه مشاهده شده در عکس می باشد.

۱. زاویه تاب برابر است با 180° منهای α (زاویه بین زائده خاری مهره هفتم گردنی، تروکانتر بزرگ استخوان ران و وسط قوزک خارجی پا).
۲. مقدار زاویه های جابه جایی تنه به سمت عقب برابر است با مقدار α (زاویه بین خط گذرنده از مهره هفتم گردنی و برجستگی بزرگ ران با خط عمود گذرنده از برجستگی بزرگ ران).
۳. مقدار زاویه های جابه جایی لگن به سمت جلو برابر است با مقدار α (زاویه بین خط گذرنده از برجستگی بزرگ ران و قوزک خارجی پا با خط عمود گذرنده از برجستگی بزرگ ران).
۴. میزان تیلت لگن برابر است با مقدار α (زاویه بین خط گذرنده از خار خاصره ای قدامی فوقانی و خار خاصره ای خلفی فوقانی با خط افق گذرنده از خار خاصره ای خلفی فوقانی).
۵. زاویه ران برابر است با مقدار α (زاویه بین خط گذرنده از خار خاصره ای خلفی فوقانی و خار خاصره ای قدامی فوقانی با خط گذرنده از برجستگی بزرگ ران و اپی کندیل خارجی ران).
۶. زاویه سر به جلو برابر است با مقدار α (زاویه خط واصل تراگوس گوش و زائده خاری مهره هفتم گردنی با خط عمود گذرنده از مهره هفتم گردنی).
۷. نحوه استفاده از خط کش منعطف در محاسبه کایفوز سینه ای از مهره هفتم گردنی تا مهره دوازدهم پشتی.

بعد از ۱ دقیقه استراحت، این روند برای عکس برداری از سمت چپ نیز تکرار می شد. در نهایت، با استفاده از نرم افزار ایمج متر^{۴۳} نسخه ۲-۳/۸/۲۱ زوایای تاب، سر به جلو، شانه به جلو، جابه جایی تنه به سمت عقب، جابه جایی لگن به سمت جلو، تیلت لگن و زاویه ران با دقت ۱ درجه در هر دو سمت بدن محاسبه گردید (تصویر شماره ۱).

برای بررسی و تجزیه و تحلیل داده های خام تحقیق، از آمار توصیفی و آمار استنباطی استفاده شد و داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۷ تحلیل گردید. جهت احراز نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون شاپیرو-ویلک^{۴۴} و یا شاخص های Z^{45} استفاده گردید. شاخص های Z دو شاخص می باشند که یکی از تقسیم چولگی^{۴۶} بر خطای معیار چولگی و دیگری از تقسیم کشیدگی^{۴۷} بر خطای معیار کشیدگی به دست می آید (فرمول شماره ۲).

$$2. Z_1 = \text{Skew Value} / \text{SE}(\text{Skewness})$$

$$Z_2 = \text{Excess kurtosis} / \text{SE}(\text{Excess kurtosis})$$

43. Imagemetr
44. Shapiro-Wilk Test
45. Z-Scores
46. Skewness
47. Kurtosis

آن ها در فرمول شماره ۱ جای گذاری می شد و میزان زاویه کایفوز سینه ای محاسبه می گردید. در نهایت میانگین ۳ بار اندازه گیری گزارش گردید (تصویر شماره ۱ بخش ۷) [۳۵].

$$1. \alpha = 4[\text{Arctan}(2H/L)]$$

پس از آن در ایستگاه دوم ابتدا مارک های مورد نظر بر روی لندمارک های مشخص شده قرار می گرفت و سپس آزمودنی ۱ دقیقه استراحت می کرد. بعد از استراحت ابتدا آزمودنی در ارتفاع برجستگی بزرگ ران و در فاصله ۲۵۰ سانتی متری آزمودنی تنظیم می کرد و سپس از آزمودنی می خواست که در وضعیت نرمال و راحت خود بایستند، به طوری که بازوها با مقدار کمی فلکشن در کنار بدن قرار بگیرند (در بیشتر مطالعات گذشته جهت دیده شدن همه مارک ها توسط دوربین از آزمودنی ها خواسته شده بود در این وضعیت بایستند [۴۷، ۲۶، ۷]). پاهای به اندازه عرض شانه باز باشند، سعی کند وزن را بین هر دو پا تقسیم کند، بدون هیچ حرکتی در همان حالت بماند و مستقیم به نقطه مشخصی روبه روی چشمانش نگاه کند (چشم ها در راستای افق باشد). پس از سپری شدن ۳۰ ثانیه از نمای نیم رخ سمت راست از آزمودنی با استفاده از دوربین ۲۴ مگا پیکسلی گوشی نوت ۹ سامسونگ^{۴۲} عکس برداری صورت می گرفت [۳۵، ۱۷]. سپس

42. Samsung Galaxy Note Nine

آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره یک‌طرفه برای داده‌های متناظر (زوجی)^{۴۸} استفاده گردید و همه پیش‌شرط‌های آزمون از جمله هم‌خطی نبودن متغیرهای وابسته و عدم وجود داده‌های پرت مورد بررسی قرار گرفت (میزان همبستگی بین متغیرهای وابسته در هر سمت بدن کمتر از ۰/۸۲ بود).

یافته‌ها

نتایج و یافته‌های تحقیق در جداول شماره ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است. نرمال بودن توزیع داده‌ها برای متغیرهای تحقیق و مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک و یا شاخص‌های Z احراز گردید.

48. One-Way Multivariate Repeated Measures Analysis of Variance (MANOVA)

زمانی که حجم نمونه کمتر از ۵۰ می‌باشد اگر نرمال بودن توزیع با آزمون شاپیرو-ویلک احراز نگردد، می‌توان از آزمون شاخص‌های Z برای تشخیص نرمال بودن و یا نرمال نبودن توزیع استفاده کرد. با این توضیح که اگر هر دو شاخص Z در فاصله (۱/۹۶+ و ۱/۹۶-) باشد، می‌توان گفت توزیع نرمال است و در غیر این صورت توزیع نرمال نمی‌باشد [۴۹، ۴۸]. برای بررسی تفاوت پوسچر در سمت راست در مقایسه با پوسچر در سمت چپ در صفحه ساجیتال میانگین متغیرهای تحقیق در دو سمت بدن با همدیگر مقایسه شدند. همچنین میزان همبستگی بین متغیرهای وابسته متناظر در سمت راست و چپ مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا برای بررسی تفاوت میانگین‌ها، باتوجه به اینکه پوسچر افراد در سمت راست در مقایسه با سمت چپشان مقایسه می‌گردید و بیش از یک متغیر وابسته وجود داشت، از

جدول ۱. مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها (۴۵ آزمودنی) و متغیرهای تحقیق

خطای اندازه‌گیری میانگین	سطح اطمینان میانگین (۹۵٪)		میانگین $\pm$ انحراف معیار	سمت بدن	مشخصات جمعیت شناختی
	بیشترین	کمترین			
۰/۱۲	۱۶/۵۷	۱۶/۱۰	۱۶/۳۳ $\pm$ ۰/۷۸	—	سن (سال)
۰/۹۸	۶۷/۳۸	۶۳/۴۱	۶۵/۳۹ $\pm$ ۶/۶۱	—	وزن (کیلوگرم)
۰/۸۵	۱۷۶/۷۸	۱۷۳/۳۶	۱۷۵/۰۷ $\pm$ ۵/۶۹	—	قد (سانتی‌متر)
۰/۲۶	۲۱/۸۶	۲۰/۸۰	۲۱/۳۳ $\pm$ ۱/۷۶	—	توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)
۰/۵۷	۱۶/۶۳	۱۴/۳۴	۱۵/۴۹ $\pm$ ۳/۸۱	راست	زاویه تاب (درجه)
۰/۵۶	۱۶/۴۳	۱۴/۱۵	۱۵/۲۹ $\pm$ ۳/۷۹	چپ	زاویه تاب (درجه)
۰/۷۲	۴۶/۹۴	۴۴/۰۴	۴۵/۴۹ $\pm$ ۴/۸۳	راست	سر به جلو (درجه)
۰/۷۳	۴۳/۲۶	۴۰/۴۰	۴۱/۷۸ $\pm$ ۴/۹۲	چپ	سر به جلو (درجه)
۱/۳۱	۷۰/۶۶	۶۵/۳۸	۶۸/۰۲ $\pm$ ۸/۷۹	راست	شانه به جلو (درجه)
۱/۶۱	۷۴/۶۴	۶۸/۱۶	۷۱/۴۰ $\pm$ ۱۰/۷۸	چپ	شانه به جلو (درجه)
۰/۶۰	۵۵/۷۲	۵۳/۳۱	۵۴/۵۱ $\pm$ ۴/۰۲	—	کایفوز سینه‌ای (درجه)
۰/۳۶	۱۰/۲۲	۸/۷۸	۹/۵۰ $\pm$ ۲/۴۱	راست	جابه‌جایی تنه به عقب (درجه)
۰/۳۶	۱۰/۸۹	۹/۴۳	۱۰/۱۶ $\pm$ ۲/۴۴	چپ	جابه‌جایی تنه به عقب (درجه)
۰/۳۱	۶/۵۲	۵/۲۶	۵/۸۹ $\pm$ ۲/۱۰	راست	جابه‌جایی لگن به جلو (درجه)
۰/۳۳	۵/۶۲	۴/۲۹	۴/۹۶ $\pm$ ۲/۲۲	چپ	جابه‌جایی لگن به جلو (درجه)
۰/۵۷	۱۸/۱۱	۱۵/۸۰	۱۶/۹۶ $\pm$ ۳/۸۴	راست	تیلت لگن (درجه)
۰/۶۲	۱۶/۵۱	۱۴/۰۲	۱۵/۲۷ $\pm$ ۴/۱۵	چپ	تیلت لگن (درجه)
۰/۸۵	۷۹/۸۵	۷۶/۴۲	۷۸/۱۳ $\pm$ ۵/۷۱	راست	زاویه ران (درجه)
۰/۷۸	۸۱/۰۶	۷۷/۹۱	۷۹/۴۹ $\pm$ ۵/۲۴	چپ	زاویه ران (درجه)

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک متغیره یکطرفه زوجی برای متغیرهای تحقیق

متغیر	تفاوت میانگین در دو سمت بدن	سطح اطمینان (۹۵٪)		مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مرجع اتای جزئی	توان
		پایین ترین	بالا ترین							
زاویه تاب	۰/۲۰	-۱/۰۶	۱/۴۶	۰/۹۰	۱	۰/۹۰	۰/۱۰۲	۰/۷۵	۰/۰۰۲	۰/۰۶۱
سر به جلو	۳/۷۱	۲/۶۳	۴/۷۹	۳۰۹/۸۸	۱	۳۰۹/۸۸	۳۷/۹۰۴	۰/۰۱	۰/۵۲۱	۱
شانه به جلو	-۳/۲۸	-۶/۱۶	-۰/۵۹	۲۵۶/۷۱	۱	۲۵۶/۷۱	۵/۹۶۳	۰/۰۱	۰/۱۱۹	۰/۶۶۶
جابه‌جایی تنه به عقب	-۰/۶۶	-۱/۵۷	۰/۲۵	۹/۷۷	۱	۹/۷۷	۲/۱۱۹	۰/۱۵	۰/۰۴۶	۰/۲۹۶
جابه‌جایی لگن به جلو	۰/۹۳	۰/۲۳	۱/۶۴	۱۹/۶۰	۱	۱۹/۶۰	۷/۱۰۴	۰/۰۱	۰/۱۳۹	۰/۷۴۱
تیلت لگن	۱/۶۹	۰/۸۱	۲/۵۷	۶۴/۱۸	۱	۶۴/۱۸	۱۴/۹۵۵	۰/۰۱	۰/۲۵۴	۰/۹۶۶
زاویه ران	-۱/۳۵	-۲/۹۴	۰/۲۳	۴۱/۳۴	۱	۴۱/۳۴	۲/۹۷۷	۰/۰۹	۰/۰۶۳	۰/۳۹۳

طب توانبخش

بحث

پوسچر نامطلوب پشت تابدار شیوع فراوانی در بین جوامع مختلف دارد و دارای عواقب زیادی به‌ویژه برای پسران نوجوان می‌باشد. همچنین در تحقیقات گذشته براساس دیدگاه سنتی فرض بر این بوده که بین پوسچر افراد مبتلا در سمت راست در مقایسه با سمت چپ تفاوتی وجود ندارد. بنابراین هدف کلی از تحقیق حاضر بررسی تفاوت پوسچر بین سمت راست و چپ پسران نوجوان مبتلا به پشت تابدار با تیلت قدامی لگن در صفحه ساجیتال بود.

نتایج حاصل از تحقیق حاضر برخلاف پیش‌فرض تحقیقات گذشته [۴، ۷، ۱۳، ۱۷، ۱۸، ۲۲-۲۶]، نشان داد که به‌طور کلی در افراد مبتلا به پوسچر پشت تابدار، بین دو سمت بدن در صفحه ساجیتال تفاوت معنی‌داری با اندازه اثر برگ وجود دارد ($\eta_p^2 = ۰/۵۹۳$). به عبارت واضح‌تر، اگر $\eta_p^2 = ۰/۰۱$ و کمتر باشد،

نتایج آزمون تحلیل واریانس چندمتغیره یکطرفه برای داده‌های زوجی نشان داد که در نوجوانان پسر مبتلا به پشت تابدار به‌طور کلی بین پوسچر در سمت راست در مقایسه با سمت چپ تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری‌که $F_{(۷,۳۸)} = ۷/۹۲$ ، $P = ۰/۰۰۱$ ، سطح معناداری ۹۵ درصد، $(\eta_p^2) = ۰/۵۹۳$ اندازه اثر، $۰/۴۰۷ = \text{لامبدای ویلک}$ و توان مشاهده‌شده ۱ بود. همچنین جزئیات نتایج آزمون تحلیل واریانس یک متغیره یکطرفه زوجی^{۵۰} در (جدول شماره ۲) ارائه شده است که نشان می‌دهد این تفاوت برای زوایای سر به جلو، شانه به جلو، جابه‌جایی لگن به سمت جلو و تیلت لگن معنی‌دار است. همچنین میزان همبستگی بین سمت راست و سمت چپ متغیرهای تحقیق در (جدول شماره ۳) ارائه شده است.

49. Wilk's Lambda

50. One-Way Repeated Measures ANOVA

جدول ۳. نتایج همبستگی بین سمت راست و چپ در متغیرهای تحقیق

متغیر	میزان همبستگی بین سمت راست با چپ	سطح معنی‌داری
زاویه تاب	۰/۳۹۱	۰/۰۱
سر به جلو	۰/۷۲۸	۰/۰۱
شانه به جلو	۰/۵۶۷	۰/۰۱
جابه‌جایی تنه به عقب	۰/۲۱۵	۰/۱۵۷
جابه‌جایی لگن به سمت جلو	۰/۴۱۲	۰/۰۱
تیلت لگن	۰/۷۳۴	۰/۰۱
مقدار زاویه ران	۰/۵۳۹	۰/۰۱

طب توانبخش

از طرف دیگر با وجود تفاوت معنی دار در خصوص زوایای سر به جلو و تیلت لگن بین دو سمت بدن، به دلیل وجود همبستگی نسبتاً قوی بین دو سمت بدن در خصوص هر دو متغیر، شاید بتوان گفت در این دو متغیر بین دو سمت بدن در صفحه ساجیتال نسبت به سایر متغیرها شباهت بیشتری وجود دارد و استفاده از داده‌های یک سمت به عنوان نماینده سمت دیگر معقول‌تر از استفاده از سایر متغیرهای تحقیق حاضر به عنوان نماینده دو سمت بدن باشد.

در تحقیق حاضر همانند پژوهش‌های دولفنز و همکاران [۱۳، ۱۷، ۱۸، ۲۵] در محاسبه زاویه تاب از لندمارک مهره هفتم گردنی که در خط مرکزی بدن قرار دارد استفاده شد. استفاده از لندمارک مرکزی و مشترک برای هر دو سمت بدن، تفاوت احتمالی زاویه تاب در دو سمت بدن را کاهش می‌دهد. در بسیاری از پژوهش‌های گذشته برای محاسبه زاویه تاب از لندمارک آخرمی استفاده شده بود [۳، ۶، ۷، ۲۲، ۲۶، ۴۷]. براساس نتایج تحقیق حاضر در خصوص متغیر شانه به جلو تفاوت بین میانگین‌ها در دو سمت راست و چپ در نمونه‌های مختلف آماری (دامنه اطمینان ۹۵٪) می‌تواند حتی به ۶ درجه هم برسد (جدول شماره ۲)؛ یعنی درواقع جلوآمدگی بیشتر زائده آخرمی در سمت چپ موجب کاهش اندازه کمی زاویه جابه‌جایی تنه به سمت عقب در سمت چپ و در نتیجه کاهش اندازه کمی زاویه تاب در سمت چپ می‌گردد. در صورتی که استفاده از لندمارک ثابت مهره هفتم گردنی موجب ثبات بیشتری در مقدار این دو متغیر می‌گردد.

همچنین زاویه بزرگ‌تر شانه به جلو در یک یا هر دو سمت بدن به معنای وجود ناهنجاری شدیدتر حداقل در ناحیه کتف‌ها می‌باشد، درحالی‌که بزرگ‌تر شدن این زاویه موجب کاهش مقدار کمی زاویه تاب می‌گردد که منطق استفاده از این لندمارک را با چالش مواجه می‌کند. این موضوع زمانی برجسته‌تر است که بحث اثر تمرین در میان است. در چنین وضعیتی، به عنوان مثال تمرین نادرست و افزایش شدت شانه به جلو موجب کاهش مقدار کمی زاویه تاب می‌گردد. بنابراین باتوجه به نتایج تحقیق حاضر در خصوص تفاوت پوسچر در دو سمت بدن در صفحه ساجیتال افراد مبتلا، در مقایسه با نادیده گرفتن یک سمت بدن در تحقیقات گذشته، بهتر است از نتایج تحقیقات گذشته با احتیاط بیشتری استفاده گردد، به ویژه زمانی که از لندمارک آخرمی استفاده شده است.

البته در همه این مطالعات براساس توصیف کندال از وضعیت پشت تابدار، فرض بر این بوده که لگن در این پوسچر نامطلوب در وضعیت تیلت خلفی قرار دارد [۱]. اما براساس مرور آزمونگر تنها در پنج تحقیق تیلت خلفی لگن به عنوان یکی از معیارهای ورود افراد شرکت‌کننده در تحقیق مدنظر بوده است و لگن با میانگین تیلت حدود ۵/۵ درجه و رنج حدود (۳-۸) درجه در

اندازه اثر کوچک است، اگر $\eta_p^2 = 0/06$ باشد، اندازه اثر متوسط است و در صورتی که $\eta_p^2 = 0/14$ و یا بزرگ‌تر از آن باشد اندازه اثر بزرگ می‌باشد.

در تحقیقات گذشته در سه حیطه مختلف به مطالعه این وضعیت نامطلوب پرداخته شده است. ۱. شیوع‌شناسی [۱۷، ۱۹-۲۱]. ۲. بررسی مشکلات بیومکانیکی یا مورفولوژیکی افراد مبتلا [۳، ۴، ۷، ۹، ۱۱-۱۴، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۵] و ۳. بررسی اثر تمرین بر بهبود این وضعیت نامطلوب در چند پژوهش محدود [۶، ۲۲، ۲۶، ۴۷]. در همه این تحقیقات یک اصل پذیرفته شده این بوده است که تفاوتی بین پوسچر در افراد مبتلا به پشت تابدار در سمت راست در مقایسه با سمت چپ در صفحه ساجیتال وجود ندارد، درحالی‌که در هیچ کدام از این مطالعات نتایجی در خصوص آزمون این پیش فرض منتشر نشده است. بنابراین نتایج تحقیق حاضر در راستای پیش فرض مطالعات پیشین نمی‌باشد.

همچنین براساس نتایج به دست آمده از آزمون تحلیل واریانس یک متغیره یک طرفه زوجی برای متغیرهای تحقیق مشخص گردید که این تفاوت بین میانگین زوایای سر به جلو، شانه به جلو، جابه‌جایی لگن به سمت جلو و تیلت لگن در دو سمت بدن وجود دارد ($P = 0/01$) (جدول شماره ۲). در تمام این موارد تفاوت بین میانگین‌ها از خطای اندازه‌گیری میانگین بیشتر بود. همچنین تفاوت بین میانگین‌ها در دو سمت بدن برای زوایای سر به جلو، جابه‌جایی لگن به سمت جلو و تیلت لگن دارای اندازه اثر بزرگ و برای شانه به جلو دارای اندازه اثر بزرگ‌تر از متوسط و نزدیک به بزرگ بود. بنابراین با اطمینان بالایی می‌توان گفت که نتایج تحقیق حاضر حاصل شانس نمی‌باشد.

همچنین نتایج حاصل از بررسی همبستگی پیرسون بین دو سمت بدن در متغیرهای تحقیق (جدول شماره ۳) نشان داد که هرچند بین میانگین زوایای تاب و جابه‌جایی تنه به سمت عقب در دو سمت بدن در صفحه ساجیتال تفاوت معنی دار وجود نداشت اما وجود همبستگی ضعیف بین دو سمت در این متغیرها بیانگر این موضوع است که باوجود عدم تفاوت معنی دار بین میانگین‌ها شباهت ناچیزی بین این متغیرها در دو سمت بدن وجود دارد و داده‌های حاصل از هیچ کدام از این متغیرها در یک سمت بدن نمی‌تواند به عنوان نماینده سمت مقابل معرفی گردد. در خصوص زوایای شانه به جلو و جابه‌جایی لگن به سمت جلو، علاوه بر تفاوت در میانگین‌ها میزان همبستگی بین دو سمت در حد متوسط بود. بنابراین در خصوص این متغیرها نیز حتی در صورت عدم وجود تفاوت معنی دار در میانگین‌ها، داده‌های حاصل از یک سمت بدن نمی‌تواند به عنوان نماینده هر دو سمت معرفی گردد. به طور مشابه باوجود عدم تفاوت میانگین‌ها در خصوص زاویه ران در دو سمت بدن، به علت وجود همبستگی متوسط و نه قوی بین دو سمت راست و چپ بهتر است داده‌های هر سمت به صورت جداگانه گزارش گردد.

این روابط چگونه می‌توانند بر کل این سیستم به‌عنوان یک واحد یکپارچه اثر بگذارند، موجب نادیده گرفتن پوسچر و اجزای آن در یک سمت بدن در صفحه ساجیتال و سایر صفحات حرکتی شده و مقدار زیادی از اطلاعات نادیده گرفته شده است [۳۶-۳۸]. در صورتی که تفکر حاکم بر تحقیق حاضر برگرفته از رویکرد جامع با نگرشی سیستمی می‌باشد [۳۵].

در این رویکرد محقق معتقد است باید آنالیز کلی سیستم حرکتی به‌عنوان یک مجموعه واحد جهت کشف دلایل و ابعاد مشکل مدنظر قرار گیرد تا بتواند با ضریب اطمینان بالاتری به حل مسئله و مدیریت مشکل منجر گردد. برای شناخت ابعاد مشکل در این رویکرد نیاز است پوسچر در افراد مبتلا به پشت تابدار در صفحه ساجیتال در هر دو سمت بدن به شکل دقیقی مورد ارزیابی قرار بگیرد. همچنین علاوه بر بررسی دقیق اجزا ممکن است نیاز باشد تعامل، روابط، برهمکنش و همکاری زیربخش‌های مختلف از جمله پوسچر در هر دو سمت بدن در صفحه ساجیتال مورد ارزیابی قرار بگیرد تا خطاهای احتمالی سیستم حرکتی که به بروز مشکل و تغییر در رفتار کلی سیستم حرکتی به‌عنوان یک مجموعه یکپارچه منجر شده است شناسایی گردد [۳۹-۴۱].

با توجه به تفاوت معنی‌دار در متغیرهای جابه‌جایی لگن به سمت جلو و تیلت لگن در دو سمت بدن، می‌توان گفت تحقیق حاضر با مشاهدات کلینیکی کیسینگر^{۵۱} مبنی بر عدم قرینگی در وضعیت قرارگیری ران‌ها همخوانی دارد که می‌توان برای آن دو حالت در نظر گرفت: اول اینکه براساس مشاهدات کلینیکی کیسینگر افراد مبتلا به پشت تابدار تمایل دارند در هنگام ایستادن‌های طولانی مدت وزن خود را بر روی یک پا بیندازند. بنابراین لگن در سمت دیگر پایین‌تر آمده و اندام تحتانی در سمت پایین آمده مقداری دورتر از خط میانی بدن قرار گرفته و مفصل ران دور می‌شود [۸] و احتمالاً چرخش پادساعت‌گرد لگن ناشی از ترجیح بدن برای اتخاذ این استراتژی در افراد مبتلا به پشت تابدار باشد؛ در حالت دوم ممکن است اندازه بیشتر زوایای تیلت لگن و جابه‌جایی لگن به سمت جلو در سمت راست و زاویه بیشتر ران در سمت چپ بدن، ناشی از کوتاهی یا فعالیت بیشتر عضله ایلئوپوزاس در سمت راست نسبت به چپ و کوتاهی و یا فعالیت بیشتر عضلات اکستنسور ران در سمت چپ نسبت به راست باشند و موجب چرخش پادساعت‌گرد در لگن شده باشد. در هر دو حالت مقدار کمی زاویه تاب در سمت راست بیشتر از اندازه واقعی آن یعنی زمانی که لگن در وضعیت خنثی قرار دارد به دست می‌آید و زاویه تاب در سمت چپ بدن کمتر از اندازه واقعی آن محاسبه خواهد شد.

هر دو جنس در وضعیت تیلت خلفی قرار داشته است [۳، ۶، ۷، ۲۲، ۲۶]، اما همان‌گونه که سارمن به افراد دارای پشت تابدار با تیلت قدامی لگن اشاره می‌کند [۵] و وایلز در کلاس‌بندی خود از ناهنجاری‌ها پوسچر پشت تابدار را با تیلت قدامی لگن توصیف می‌نماید [۵۰]، موقعیت فضایی لگن در پشت تابدار الزاماً تیلت خلفی نمی‌باشد، زیرا عوامل دیگری از جمله عوامل بیومکانیکی مانند وضعیت عضلانی (براساس روابط سینرژیستی، مورفولوژیکی و عملکردی بین عضلات از لحاظ طول-تشنش، هم‌انقباضی^{۵۱}، انقباض متقابل^{۵۲}، استیفسنس فعال و غیرفعال^{۵۳} به‌ویژه در دو سمت قدام و خلف لگن یا در مفاصل بالاتر و پایین‌تر که به‌صورت سری با لگن قرار گرفته‌اند، روابط بین لوکال‌ها^{۵۴} و گلوبال‌ها^{۵۵}، روابط بین حرکت‌دهنده‌ها^{۵۶} و ثبات‌دهنده‌ها^{۵۷} و روابط بین عضلات همکار در یک اسلینگ^{۵۸}) و یا سایر شرایط سیستم حرکتی فرد می‌تواند تعیین‌کننده مقدار این تیلت در صفحه ساجیتال باشد. آزمودنی‌های تحقیق حاضر براساس کلاس‌بندی دولفنز و همکاران از ناهنجاری‌ها در صفحه ساجیتال انتخاب شدند و دارای تیلت قدامی در لگن بودند [۱۷].

در تحقیق دولفنز و همکاران ۶۸ درصد از پسران نوجوان مبتلا به پوسچر پشت تابدار برخلاف توصیف کندال تیلت قدامی با میانگین زاویه بیشتر از ۱۲ درجه در لگن داشتند. در تحقیق حاضر میانگین تیلت لگن در سمت راست حدود ۱۷ درجه با رنج (۱۱-۲۶) درجه و در سمت چپ حدود ۱۵/۴ و رنج (۸-۲۵) درجه بود، اما نکته مهم این است که پیش‌فرض عدم تفاوت پوسچر بین دو سمت بدن در صفحه ساجیتال افراد مبتلا به پشت تابدار برگرفته از رویکرد سنتی و دیدگاهی تقلیل‌گرایانه است که فرض بر این دارد که در پوسچر نامطلوب پشت تابدار، اولاً بدن تنها در صفحه حرکتی ساجیتال دچار ناهنجاری شده است و ثانیاً دو سمت آن تقریباً به‌صورت قرینه دچار مشکل شده‌اند. به همین دلیل در ارزیابی‌های گذشته تنها به اندازه‌گیری پوسچر افراد مبتلا در یک سمت بدن در صفحه ساجیتال اکتفا شده است و نتایج به هر دو سمت بدن تعمیم داده شده است.

در این دیدگاه معمولاً ارزیابی دقیقی از پوسچر در هر دو سمت بدن در صفحه ساجیتال و سایر صفحات مختلف حرکتی جهت کشف مشکل و یا بررسی ابعاد آن وجود نداشته است و یک مسئله از قبل حل‌شده و تجویزی از پیش تعیین‌شده پیش روی آزمونگر یا درمانگر بوده است. بنابراین حذف و نادیده گرفتن روابط و برهمکنش اجزای مختلف در سیستم حرکتی و اینکه

51. Co-Contraction
52. Reciprocal Contraction
53. Passive and Active Muscle Stiffness
54. Local Muscle System
55. Global Muscle System
56. Mover (Global Mobility Muscle Role)
57. Stabilisers
58. Muscle Sling

همبستگی زیادی بین داده‌های حاصل از اندازه‌گیری پوسچر در سمت راست در مقایسه با سمت چپ وجود نداشت. همچنین نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن بود که برای اندازه‌گیری پوسچر افراد مبتلا به پشت تابدار برخلاف پیش‌فرض مطالعات گذشته که برگرفته از رویکرد سنتی با دیدگاهی تقلیل‌گرایانه است، نیاز است با رویکرد جامع که برگرفته از دیدگاه سیستمی است پوسچر در هر دو سمت بدن اندازه‌گیری شود.

باتوجه به اینکه تحقیق حاضر بر روی پسران نوجوان مبتلا به پشت تابدار با تیلت قدامی لگن صورت گرفت، نتایج آن را نمی‌توان به همه افراد مبتلا به پشت تابدار تعمیم داد و مطالعات بیشتری مورد نیاز است.

پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آینده تفاوت پوسچر در دو سمت بدن در صفحه ساجیتال برای سایر پوسچرهای نامطلوب نیز مورد بررسی قرار بگیرد و برای ارزیابی از وسایل دقیق‌تری مانند دستگاه آنالیز حرکت استفاده گردد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره IR.SSRC.REC.1402.297 دریافت شده است. همچنین از مرکز ثبت کار آزمایی بالینی ایران شناسه کار آزمایی به شماره IRCT20231228060555N1 دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری امیر صالحی صاحب در رشته آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گرایش حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران می‌باشد. این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت‌نویسندگان

تمام نویسندگان به‌طور یکسان در مفهوم و طراحی مطالعه، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها، تفسیر نتایج و تهیه پیش‌نویس مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

همچنین ممکن است استراتژی‌های جبرانی دیگری در سایر کی استون‌ها مانند کتف‌ها و ستون فقرات شکل بگیرد و موجب تغییر در مقدار کمی زاویه تاب و یا سایر شاخص‌های راستایی نسبت به حالت خنثی در سمت راست یا چپ گردد. در تحقیق حاضر زاویه شانه به جلو بیشتر در سمت چپ می‌تواند ناشی از چرخش ساعت‌گرد ستون فقرات به‌صورت جبرانی نسبت به چرخش پادساعت‌گرد لگن صورت گرفته باشد و همین امر موجب افزایش زاویه جابه‌جایی تنه به سمت عقب در سمت چپ نسبت به سمت راست شده باشد که درنهایت می‌تواند موجب افزایش زاویه تاب در سمت چپ گردد. دو استراتژی چرخش پادساعت‌گرد لگن و چرخش ساعت‌گرد ستون فقرات می‌تواند موجب افزایش مقدار کمی زاویه تاب به ترتیب در سمت راست و چپ نسبت به حالت خنثی گردند.

در تحقیق حاضر باوجودی که تفاوتی معنی‌دار بین میانگین زاویه تاب در دو سمت بدن وجود نداشت می‌توان گفت با فرض ثابت بودن سایر بخش‌های بدن چرخش پادساعت‌گرد لگن، اندازه زاویه تاب را در سمت راست نسبت به حالت خنثی بیشتر می‌کند درحالی‌که اندازه بیشتر زاویه جابه‌جایی تنه به سمت عقب در سمت چپ مسئول افزایش زاویه تاب در این سمت نسبت به حالت خنثی می‌باشد که باتوجه به ثبات لندمارک مهره هفتم گردنی می‌تواند ناشی از چرخش ساعت‌گرد ستون فقرات باشد.

همچنین این تحقیق می‌تواند در راستای تحقیقات دولفنز و همکاران [۱۷، ۱۸] و گزارش وایلز [۵۰]، مبنی بر ناراستایی در ستون فقرات پسران نوجوان مبتلا به پشت تابدار در صفحه فرونتال باشد. به گزارش دولفنز و همکاران پسران نوجوان مبتلا به پوسچر پشت تابدار به احتمال ۲/۲ برابر بیشتر از افراد با پوسچر نرمال دچار ناراستایی در ستون فقرات در صفحه فرونتال می‌گردند [۱۳] و به گزارش وایلز احتمالاً یک قوس بلند در ستون فقرات افراد مبتلا در صفحه فرونتال وجود دارد [۵۰]. باوجودی که آزمودنی‌هایی با طول اندام تحتانی نابرابر و افراد مبتلا به اسکولیوز در ستون فقرات به تحقیق حاضر ورود پیدا نکردند، اما عدم قرینگی در زوایای جابه‌جایی لگن به سمت جلو و تیلت لگن در دو سمت، می‌تواند شامل پایین آمدن لگن در یک سمت و یا بالا رفتن آن در سمت مقابل باشد و موجب ایجاد قوس ثانویه در ستون فقرات افراد مبتلا به پشت تابدار در صفحه فرونتال در هنگام ایستادن گردد. همچنین چرخش پادساعت‌گرد لگن می‌تواند موجب چرخش ساعت‌گرد جبرانی در ستون فقرات و ایجاد قوس در آن در صفحه فرونتال در هنگام ایستادن گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن است که بین پوسچر در سمت راست در مقایسه با سمت چپ افراد مبتلا به پشت تابدار در صفحه ساجیتال تفاوت معنی‌دار وجود دارد. علاوه بر آن

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌ها که در انجام این تحقیق به ما کمک کردند، از سرکار خانم دکتر سمیرا غلامیان که در بخش آزمایشگاه پژوهشگاه تربیت‌بدنی به ما بسیار یاری رساندند، همچنین از آقایان مرحوم مغفور بهزاد نیکوکار، وحید سلیمانی، حمید رستگاری، محمد پسندیده و صادق ابراهیمی و خانم‌ها مهلا خنجری و فاطمه همایی که در مراحل مختلف پژوهش به ما کمک کردند تشکر و قدردانی می‌شود.

References

- [1] Kendall FP, McCreary E, Provance P, Rodgers M, Romani W. Muscles: Testing and function, with posture and pain (Kendall, Muscles). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. [\[Link\]](#)
- [2] Czaprowski D, Stoliński Ł, Tyrakowski M, Kozinoga M, Kotwicki T. Non-structural misalignments of body posture in the sagittal plane. *Scoliosis and Spinal Disorders*. 2018; 13:6. [\[DOI:10.1186/s13013-018-0151-5\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [3] Qasabian L. [Comparison of the electromyographic activity of selected trunk muscles in non-athletic university girls with sway-back and normal postures in different standing and sitting positions (Persian)] [Master's thesis]. Tehran: University of Tehran; 2015. [\[Link\]](#)
- [4] O'Sullivan PB, Grahamslaw KM, Kendell M, Lapenskie SC, Möller NE, Richards KV. The effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population. *Spine*. 2002; 27(11):1238-44. [\[DOI:10.1097/00007632-200206010-00019\]](#) [\[PMID\]](#)
- [5] Sahrman S. Movement system impairment syndromes of the extremities, cervical and thoracic spines-e-book. Edinburgh: Elsevier Health Sciences; 2010. [\[Link\]](#)
- [6] Darzi Sheikh Z, Seidi F, Rajabi R. [The effect of 10-week corrective exercises program on the alignment and electromyographic activity of selected muscles on Sway back faulty posture in female students (In Persian)] [PhD dissertation]. Tehran: University of Tehran; 2019.
- [7] Darzi Sheikh Z, Seidi F, Rajabi R, Minoonejad H. [Comparison of the electromyographic activity of trunk and hip muscles during standing in females with and without swayback posture (Persian)]. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2019; 8(2):119-28. [\[DOI:10.22037/jrm.2018.111394.1960\]](#)
- [8] Kisner C, Colby LA, Borstad J. Therapeutic exercise: Foundations and techniques. Philadelphia: Fa Davis; 2017. [\[Link\]](#)
- [9] Pezolato A, de Vasconcelos EE, Defino HL, Nogueira-Barbosa MH. Fat infiltration in the lumbar multifidus and erector spinae muscles in subjects with sway-back posture. *European Spine Journal*. 2012; 21(11):2158-64. [\[DOI:10.1007/s00586-012-2286-z\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [10] Yalfani A, Anbarian M, nikoo R, Anbarian M. Relationship between postural control with sway- back malalignment in the non-athlete males . *Journal of Ilam University of Medical Sciences*. 2014; 22(5):189-201. [\[Link\]](#)
- [11] Lewis CL, Sahrman SA. Effect of posture on hip angles and moments during gait. *Manual Therapy*. 2015; 20(1):176-82. [\[DOI:10.1016/j.math.2014.08.007\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [12] Lewis CL, Sahrman SA, Moran DW. Effect of hip angle on anterior hip joint force during gait. *Gait Posture*. 2010; 32(4):603-7. [\[DOI:10.1016/j.gaitpost.2010.09.001\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [13] Dolphens M, Vleeming A, Castelein R, Vanderstraeten G, Schlösser T, Plasschaert F, et al. Coronal plane trunk asymmetry is associated with whole-body sagittal alignment in healthy young adolescents before pubertal peak growth. *European Spine Journal*. 2018; 27(2):448-57. [\[DOI:10.1007/s00586-017-5156-x\]](#) [\[PMID\]](#)
- [14] Wirth B, Potthoff T, Rosser S, Humphreys BK, de Bruin ED. Physical risk factors for adolescent neck and mid back pain: A systematic review. *Chiropractic & Manual Therapies* 2018; 26(1):36. [\[DOI:10.1186/s12998-018-0206-y\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [15] Smith A, O'Sullivan P, Straker L. Classification of sagittal thoraco-lumbo-pelvic alignment of the adolescent spine in standing and its relationship to low back pain. *Spine*. 2008; 33(19):2101-7. [\[DOI:10.1097/BRS.0b013e31817ec3b0\]](#) [\[PMID\]](#)
- [16] Potthoff T, de Bruin ED, Rosser S, Humphreys BK, Wirth B. A systematic review on quantifiable physical risk factors for non-specific adolescent low back pain. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine*. 2018; 11(2):79-94. [\[DOI:10.3233/PRM-170526\]](#) [\[PMID\]](#)
- [17] Dolphens M, Cagnie B, Coorevits P, Vleeming A, Danneels L. Classification system of the normal variation in sagittal standing plane alignment: A study among young adolescent boys. *Spine*. 2013; 38(16):E1003-E12. [\[DOI:10.1097/BRS.0b013e318280cc4e\]](#) [\[PMID\]](#)
- [18] Dolphens M, Cagnie B, Coorevits P, Vleeming A, Palmans T, Danneels L. Posture class prediction of pre-peak height velocity subjects according to gross body segment orientations using linear discriminant analysis. *European Spine Journal*. 2014; 23(3):530-5. [\[DOI:10.1007/s00586-013-3058-0\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [19] Mulhearn S, George K. Abdominal muscle endurance and its association with posture and low back pain: An initial investigation in male and female elite gymnasts. *Physiotherapy*. 1999; 85(4):210-6. [\[DOI:10.1016/S0031-9406\(05\)65666-0\]](#)
- [20] Abdolvahabi Z, Salimi Naini S, Kallashi M, Shabani A, Rahmati H, Letafatkar K. The effect of sway back abnormality on structural changes of body parts. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2010; 6(1):52-62. [\[DOI:10.22122/jrrs.v6i1.121\]](#)
- [21] Simorgh L, Kheirkhah M, Khakhali-Zavieh M. [Investigation of sway back posture prevalence and alignment of spine and lower limb joints in this deformity (Persian)]. *Journal of Rehabilitation*. 2006; 7(2):31-37. [\[Link\]](#)
- [22] Yalfani A, Naderi A, Anbarian M, Nikoo MR. [The effects of 12 weeks of corrective exercise program on the sway back posture in 18-25 male (Persian)]. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2015; 11(21):47-62. [\[DOI:10.22080/jaep.2015.1106\]](#)
- [23] Araújo FA, Martins A, Alegrete N, Howe LD, Lucas R. A shared biomechanical environment for bone and posture development in children. *The Spine Journal*. 2017; 17(10):1426-34. [\[DOI:10.1016/j.spinee.2017.04.024\]](#) [\[PMID\]](#)
- [24] Araújo FA, Severo M, Alegrete N, Howe LD, Lucas R. Defining patterns of sagittal standing posture in girls and boys of school age. *Physical Therapy*. 2017; 97(2):258-67. [\[DOI:10.2522/ptj.20150712\]](#) [\[PMID\]](#)
- [25] Dolphens M, Cagnie B, Coorevits P, Vanderstraeten G, Cardon G, D'hooge R, et al. Sagittal standing posture and its association with spinal pain: A school-based epidemiological study of 1196 Flemish adolescents before age at peak height velocity. *Spine*. 2012; 37(19):1657-66. [\[DOI:10.1097/BRS.0b013e3182408053\]](#) [\[PMID\]](#)

- [26] Naderi A. [The comparison of effects 3 corrective exercise methods on the spinal alignment of the individuals with sway back posture (Persian)]. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2018; 14(27):29-48. [DOI:10.22080/jaep.2018.1793] [PMID] [PMCID]
- [27] Krawczyk B, Pacheco AG, Mainenti MR. A systematic review of the angular values obtained by computerized photogrammetry in sagittal plane: A proposal for reference values. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2014; 37(4):269-75. [DOI:10.1016/j.jmpt.2014.01.002] [PMID]
- [28] Bonifácio D, Lopes Í, Martins F, Barbosa M, Vitorino D, Barbosa A. Intra-and inter-rater reliability in photogrammetric pelvic tilt angles analysis. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*. 2013; 20(2):86-90. [DOI:10.12968/ijtr.2013.20.2.86] [PMID] [PMCID]
- [29] Helmy NA, El-Sayyad MM, Kattabei OM. Intra-rater and inter-rater reliability of Surgimap Spine software for measuring spinal postural angles from digital photographs. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*. 2015; 20(2):193. [DOI:10.4103/1110-6611.174719] [PMID] [PMCID]
- [30] Penha PJ, Penha NLJ, De Carvalho BKG, Andrade RM, Schmitt ACB, João SMA. Posture alignment of adolescent idiopathic scoliosis: Photogrammetry in scoliosis school screening. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2017; 40(6):441-51. [DOI:10.1016/j.jmpt.2017.03.013] [PMID]
- [31] Ferreira EA, Duarte M, Maldonado EP, Bersanetti AA, Marques AP. Quantitative assessment of postural alignment in young adults based on photographs of anterior, posterior, and lateral views. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2011; 34(6):371-80. [DOI:10.1016/j.jmpt.2011.05.018] [PMID]
- [32] Candotti CT, Gelain GM, Antonioli A, Araújo LM, Vieira A, Loss JF. Repeatability and Reproducibility of Postural Variables by Photogrammetry. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2019; 42(5):372-8. [DOI:10.1016/j.jmpt.2018.10.006] [PMID]
- [33] Alexandre AS, Sperandio EF, Yi LC, Davidson J, Poletto PR, Gotfryd AO, et al. Photogrammetry: A proposal of objective assessment of chest wall in adolescent idiopathic scoliosis. *Revista Paulista de Pediatria*. 2019; 37(2):225-33. [DOI:10.1590/1984-0462/2019;37;2;00001] [PMID] [PMCID]
- [34] Ferreira EA, Duarte M, Maldonado EP, Burke TN, Marques AP. Postural assessment software (PAS/SAPO): Validation and reliability. *Clinics*. 2010; 65(7):675-81. [DOI:10.1590/S1807-59322010000700005] [PMID] [PMCID]
- [35] Seidi F, Rajabi R, Ebrahimi I, Alizadeh MH, Minoonejad H. The efficiency of corrective exercise interventions on thoracic hyper-kyphosis angle. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2014; 27(1):7-16. [DOI:10.3233/BMR-130411] [PMID]
- [36] Ahn AC, Tewari M, Poon CS, Phillips RS. The clinical applications of a systems approach. *PLoS Medicine*. 2006; 3(7):e209. [DOI:10.1371/journal.pmed.0030209] [PMID] [PMCID]
- [37] Sahrmann SA. The human movement system: Our professional identity. *Physical Therapy*. 2014; 94(7):1034-42. [DOI:10.2522/ptj.20130319] [PMID]
- [38] Reeves NP, Narendra KS, Cholewicki J. Spine stability: The six blind men and the elephant. *Clinical Biomechanics*. 2007; 22(3):266-74. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2006.11.011] [PMID] [PMCID]
- [39] Seidi F, Bayattork M, Minoonejad H, Andersen LL, Page P. Comprehensive corrective exercise program improves alignment, muscle activation and movement pattern of men with upper crossed syndrome: Randomized controlled trial. *Scientific Reports*. 2020; 10(1):20688. [DOI:10.1038/s41598-020-77571-4] [PMID] [PMCID]
- [40] Mozafaripour E, Seidi F, Minoonejad H, Bayattork M, Khoshroo F. The effectiveness of the comprehensive corrective exercise program on kinematics and strength of lower extremities in males with dynamic knee valgus: A parallel-group randomized wait-list controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2022; 23(1):700. [DOI:10.1186/s12891-022-05652-8] [PMID] [PMCID]
- [41] Bayattork M, Seidi F, Minoonejad H, Andersen LL, Page P. The effectiveness of a comprehensive corrective exercises program and subsequent detraining on alignment, muscle activation, and movement pattern in men with upper crossed syndrome: Protocol for a parallel-group randomized controlled trial. *Trials*. 2020; 21:1-10. [DOI:10.1186/s13063-020-4159-9] [PMID] [PMCID]
- [42] Rajabi R, Latifi S. [Normality of curvature of the back (kyphosis) and lumbar spine (Lordosis) of Iranian men and women (Persian)]. *Research in Sport Sciences*. 2010; 7:13-30. [Link]
- [43] Hodges PW, Cholewicki J, Van Dieën JH. *Spinal Control: The Rehabilitation of Back Pain E-Book: State of the art and science*. Amsterdam: Elsevier; 2013. [Link]
- [44] Magee DJ. *Orthopedic physical assessment*. Singapore: Elsevier (Singapore) Pte Limited; 2013. [Link]
- [45] Uding A, Bloom NJ, Commean PK, Hillen TJ, Patterson JD, Clohisy JC, et al. Clinical tests to determine femoral version category in people with chronic hip joint pain and asymptomatic controls. *Musculoskeletal Science & Practice*. 2019; 39:115-22. [DOI:10.1016/j.msksp.2018.12.003] [PMID] [PMCID]
- [46] Page P, Frank C, Lardner R. *Assessment and treatment of muscle imbalance: The janda approach*. Champaign: Human kinetics; 2010. [Link]
- [47] Naderi A, Katzman WB. Effects of a 12-week global corrective exercise intervention on sway back posture in young adults: A randomized controlled Trial. *International Journal of Health Studies*. 2019; 5(3):11-6. [DOI:10.22100/ijhs.v5i3.577] [PMID] [PMCID]
- [48] Demir S. Comparison of normality tests in terms of sample sizes under different skewness and Kurtosis coefficients. *International Journal of Assessment Tools in Education*. 2022; 9(2):397-409. [DOI:10.21449/ijate.1101295] [PMID] [PMCID]
- [49] Kim HY. Statistical notes for clinical researchers: Assessing normal distribution (2) using skewness and kurtosis. *Restorative Dentistry & Endodontics*. 2013; 38(1):52-4. [DOI:10.5395/rde.2013.38.1.52] [PMID] [PMCID]
- [50] Wiles P. Postural deformities of the anteroposterior curves of the spine. *Lancet*. 1937; 229(5929):911-9. [DOI:10.1016/S0140-6736(00)86663-5] [PMID] [PMCID]