



Research Paper

The relationship between balance and changes in lumbar- cervical lordosis, and thoracic kyphosis in firefighters

※ **Mohammad Seyedahmadi**¹ , **Karim Khalaghi**^{2&3} , **Seyyed Hadi Alavi Panah**⁴ 

1. Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Velayat University, Iranshahr, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Hakim Nizami Qochan Institute of Higher Education, Quchan, Khorasan Razavi Province, Iran
3. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
4. MSc, Department of Sport Sciences, Hakim Nizami Qochan Institute of Higher Education, Quchan, Khorasan Razavi Province, Iran.



Use your device to scan
and read the article online

Citation: Seyedahmadi M, Khalaghi K, Alavi Panah SH. The relationship between balance and changes in lumbar- cervical lordosis, and thoracic kyphosis in firefighters. *Journal of Preventive Medicine*. 2025; 11(4):367-380. [In Persian]

 10.48312/JPM.11.4.421.3

Article Info:

Received: 28 Oct 2024

Accepted: 19 Jan 2025

Available Online: 18 Mar 2025

ABSTRACT

Introduction: Firefighters are at risk of musculoskeletal problems due to their unique working conditions and intense physical activities. These problems include changes in balance and the natural curvature of the spine, such as lumbar and cervical lordosis and thoracic kyphosis. This study investigated the relationship between balance and changes in firefighters' lumbar lordosis, cervical lordosis, and thoracic kyphosis.

Methods: This descriptive-analytical cross-sectional study was conducted on firefighters in Mashhad. The balance tests developed by Ponakoli and colleagues were used to assess balance. Spinal curvature was also assessed using a kyphometer to measure kyphosis, a flexible ruler for lordosis, and a lateral radiography method to measure cervical curvature. Data analysis was performed using the Pearson correlation test and SPSS software version 22 at a significance level of 0.05.

Results: The results of the Pearson correlation test indicated a significant relationship between functional balance and the angles of forward head posture ($p = 0.007$, $r = 0.234$), lordosis ($p = 0.0001$, $r = 0.313$), and kyphosis ($p = 0.048$, $r = 0.174$) in firefighters. The results of the multiple regression analysis showed that among the variables of forward head posture, lordosis, and kyphosis, lordosis had the most significant positive effect on functional balance, with a coefficient of 0.85 and a significance level of 0.0001, making it the strongest predictor of this variable.

Discussion: findings of this study indicated that the functional balance of firefighters is significantly associated with changes in lumbar lordosis, cervical lordosis, and thoracic kyphosis. Among these variables, lordosis was the strongest predictor of functional balance, showing a positive and significant impact. Forward head posture also had a positive effect, whereas kyphosis did not demonstrate a significant influence. These results highlight the importance of spinal posture, particularly lordosis, in improving the functional balance of firefighters.

Key Words:

**Balance, Lumbar Lordosis,
Cervical Lordosis,
Thoracic Kyphosis.**

* Corresponding Author:

Dr Mohammad Seyedahmadi

Address: Velayat University, Iranshahr, Iran.

Tel: +98 9159716614

E-mail: mseyedahmadi@velayat.ac.ir



Copyright © 2024 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:

Firefighting is considered one of the essential yet high-risk professions, where individuals are constantly exposed to harsh physical conditions, environmental hazards, and psychological pressures. The nature of activities in this field includes carrying heavy equipment, working in smoke-filled and high-temperature environments, and requiring rapid responses in emergencies. Therefore, maintaining physical fitness, functional balance, and proper posture is paramount for this group. In this regard, the postural structure of the individual, especially in the spinal region, is one of the most critical factors affecting the ability to perform occupational tasks and preventing musculoskeletal injuries.

The spine has natural curves, including cervical lordosis, thoracic kyphosis, and lumbar lordosis. These curves help evenly distribute pressure and load throughout the body and assist in maintaining the body's center of gravity. Alterations in these curves, whether increased or decreased, can lead to pain, postural misalignment, and ultimately reduced functional balance. Postural deviations can negatively affect firefighters' balance and performance when they are limited in movement due to wearing heat-resistant clothing and carrying oxygen tanks.

Various studies have shown that forward head posture (FHP) is associated with dynamic and static balance impairments. This condition, often due to poor daily habits or occupational demands, causes a shift in the center of gravity, increases the load on the cervical spine, and disrupts sensorimotor functioning. Additionally, lumbar lordosis plays a crucial role in regulating overall body posture, and abnormalities in this area are associated with balance impairments, chronic lower back pain, and an increased risk of falls. Although numerous studies have examined these postural abnormalities in general populations, specific research on firefighters with unique physical demands is limited. This research gap motivated the present study, which aims to investigate the relationship between natural spinal curves (forward

head angle, lumbar lordosis, and thoracic kyphosis) and functional balance among male firefighters in Mashhad

Methods:

The present descriptive and correlational study examines the relationship between postural variables and functional balance. The statistical population consisted of all professional firefighters working in various stations across Mashhad, with approximately 200 individuals at the time of data collection. Using the Morgan table, a sample size of 130 participants was determined and selected through simple random sampling. Inclusion criteria included general health, independent walking ability, absence of neurological, muscular, or skeletal conditions affecting performance, and no history of spinal surgery. Additionally, participants were instructed to abstain from caffeine, alcohol, or sedatives for at least 24 hours prior to testing.

After obtaining written informed consent, demographic data, including age, height, weight, and body mass index (BMI), were recorded. Lumbar lordosis was measured using a flexible ruler following the Youdas method; thoracic kyphosis was assessed using an Iranian kyphometer; and forward head angle was measured with a goniometer. Functional balance was evaluated using a test designed to simulate actual firefighting tasks, including obstacle navigation, walking on narrow surfaces, and carrying heavy equipment within a specified time frame. Movement errors were also accounted for in the final score. The data were analyzed using SPSS software with statistical tests, including the Kolmogorov–Smirnov test for normality, Pearson correlation, and multiple regression analysis.

Results:

In the descriptive section, participants' average age was 39.6 years, with an average weight of 79.9 kilograms, a height of 1.78 meters, and a body mass index (BMI) of 25.2. The average forward head angle was 43.44 degrees, lumbar lordosis was 45.12 degrees, and thoracic kyphosis was 37.97 degrees. The mean score for functional balance was 24.25.



The Kolmogorov–Smirnov test showed that the data for all variables followed a normal distribution ($P>0.05$). Pearson correlation analysis indicated a significant positive relationship between functional balance and forward head angle ($r=0.234$, $P=0.007$), lumbar lordosis ($r=0.313$, $P<0.001$), and thoracic kyphosis ($r=0.174$, $P=0.048$).

Multiple regression analysis revealed that lumbar lordosis, with a coefficient of $\beta=0.85$, was the strongest predictor of functional balance. The forward head angle also had a positive and significant effect ($\beta=0.46$). However, thoracic kyphosis ($\beta=0.29$) did not show a statistically significant effect.

Conclusion:

This study demonstrated that firefighters' functional balance is significantly influenced by their postural alignment, particularly lumbar lordosis and forward head posture. A more natural lumbar curve is associated with better balance, while deviations in this curve may lead to instability and an increased risk of injury. Although thoracic kyphosis did not show a significant effect in this study, it may play a more important role in specific populations. Given the critical role of balance in preventing falls and occupational injuries, postural assessment and correction should be considered essential components of preventive health programs in firefighting organizations.



مقاله پژوهشی

ارتباط بین تعادل و تغییرات لوردوز کمری، گردنی و کیفوز سینه‌ای در آتش‌نشانان

* محمد سیداحمدی^۱ (ID)، کریم خلاق^{۲،۳} (ID)، سید هادی علوی پناه^۴ (ID)

۱. استادیار، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه ولایت، ایرانشهر، ایران.
۲. استادیار، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، موسسه آموزش عالی حکیم نظامی قوچان، قوچان، ایران.
۳. استادیار، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد ایران.
۴. کارشناس ارشد، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، موسسه آموزش عالی حکیم نظامی قوچان، قوچان، ایران.

Use your device to scan and read the article online

**Citation:** Seyedahmadi M, Khalaghi K, Alavi Panah SH. The relationship between balance and changes in lumbar-cervical lordosis, and thoracic kyphosis in firefighters. *Journal of Preventive Medicine*. 2025; 11(4):367-380. [In Persian]

10.48312/JPM.11.4.421.3

چکیده

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۷ آبان ۱۴۰۳
تاریخ پذیرش: ۳۰ دی ۱۴۰۳
تاریخ انتشار: ۲۸ اسفند ۱۴۰۳

هدف: آتش‌نشانان به دلیل شرایط کاری ویژه و فعالیت‌های بدنی شدید، در معرض خطر مشکلات اسکلتی-عضلانی قرار دارند. از جمله این مشکلات، تغییرات در تعادل و انحنای طبیعی ستون فقرات مانند لوردوز کمری و گردنی و کیفوز سینه‌ای است. هدف این پژوهش بررسی ارتباط بین تعادل و تغییرات لوردوز کمری، گردنی و کیفوز سینه‌ای در آتش‌نشانان است.

روش‌ها: جامعه آماری این پژوهش توصیفی-همبستگی شامل ۲۰۰ نفر از آتش‌نشانان شهر مشهد بود. تعداد ۱۳۰ شرکت‌کننده به‌عنوان نمونه با روش تصادفی ساده از بین جامعه آماری انتخاب شدند. از آزمون تعادل پوناکولی کایفومتر، خط‌کش منعطف و از روش عکس‌برداری جانبی برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده شد. داده‌ها با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون و تحلیل رگرسیون چندگانه، در نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ و با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ تحلیل گردید.

یافته‌ها: نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین تعادل عملکردی با زاویه‌های سر به جلو (لوردوز) ($r=0/234, P=0/007$)، لوردوز ($r=0/313, P=0/001$) و کایفوز ($r=0/174, P=0/048$) آتش‌نشانان ارتباط معناداری وجود دارد. نتایج تحلیل رگرسیون چندگانه نشان داد که از میان متغیرهای سر به جلو، لوردوز و کیفوز، لوردوز با ضریب ۰/۸۵ و سطح معناداری ۰/۰۰۰۱ بیشترین تأثیر مثبت و معنادار را بر تعادل عملکردی دارد و مهم‌ترین پیش‌بینی‌کننده برای این متغیر است.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که تعادل عملکردی آتش‌نشانان به‌طور معناداری با تغییرات لوردوز کمری، گردنی و کیفوز سینه‌ای مرتبط است. از میان این متغیرها، لوردوز قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده تعادل عملکردی است و تأثیر مثبت و معناداری دارد. این نتایج اهمیت وضعیت ستون فقرات، به‌ویژه لوردوز را در بهبود تعادل عملکردی آتش‌نشانان برجسته می‌کند.

کلیدواژه‌ها:

تعادل، لوردوز کمری، لوردوز گردنی، کیفوز سینه‌ای، آتش‌نشانان.

*نویسنده مسئول:

دکتر محمد سیداحمدی
نشانی: دانشگاه ولایت، ایرانشهر، ایران.
تلفن: +98 9159716614
پست الکترونیک: mseyedahmadi@velayat.ac.ir



Copyright © 2024 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:

تعادل کلی بدن داشته باشد [۷].

یکی دیگر از اجزای ستون فقرات که به‌طور مستقیم با تعادل مرتبط است، کیفوز سینه‌ای یا قوس طبیعی قفسه سینه است. این قوس در پخش بار وارد بر ستون فقرات نقش داشته و هرگونه افزایش یا کاهش غیرطبیعی آن می‌تواند بر تعادل کلی بدن اثر بگذارد و حتی عملکرد تنفسی را تحت تأثیر قرار دهد [۸]. به‌ویژه در شغلی مانند آتش‌نشانی که نیاز به حفظ تعادل در شرایط دشوار و غیرقابل‌پیش‌بینی وجود دارد، تغییرات در کیفوز سینه‌ای می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بر عملکرد فیزیکی و تعادل آتش‌نشانان تأثیر بگذارد. در این زمینه، بررسی ارتباط بین کیفوز سینه‌ای و تعادل می‌تواند به شناسایی عوامل خطر و ارائه راهکارهای پیشگیری از مشکلات مرتبط کمک کند [۹].

به‌عنوان مثال، تغییر در لوردوز کمری ممکن است منجر به تغییرات در کیفوز سینه‌ای و لوردوز گردنی شود تا بدن بتواند تعادل خود را حفظ کند [۱۰]. این سازوکارهای تطبیقی به‌ویژه در آتش‌نشانان، که نیاز به واکنش‌های سریع و قدرتی دارند، از اهمیت بیشتری برخوردارند. آتش‌نشانان به دلیل ماهیت شغلی خود در معرض آسیب‌ها و جراحات‌های فراوانی قرار دارند [۲]. بر اساس گزارش‌ها، احتمال بروز آسیب در این گروه شغلی بیش از سه برابر سایر کارگران است [۱۱]. این آسیب‌ها اغلب ناشی از افتادن، سرخوردن و لغزیدن است که می‌تواند منجر به مرخصی‌های طولانی‌مدت و هزینه‌های قابل‌توجهی شود [۱۲]. حفظ تعادل مناسب می‌تواند از بسیاری از این آسیب‌ها پیشگیری کند و عملکرد حرفه‌ای آتش‌نشانان را بهبود بخشد [۱۱]. بر این اساس، توجه به وضعیت ستون فقرات و تعادل آتش‌نشانان از اهمیت بسیاری برخوردار است. به‌رغم انجام مطالعات متعدد در زمینه تعادل و تغییرات قوس‌های ستون فقرات در افراد مختلف، پژوهش‌های اندکی به بررسی این موضوع در آتش‌نشانان پرداخته‌اند [۱۰]. از آنجا که شرایط کاری و فیزیولوژیکی آتش‌نشانان با سایر گروه‌های شغلی متفاوت است، لزوم انجام پژوهش‌های تخصصی در این زمینه بیش‌ازپیش احساس می‌شود. به‌ویژه اینکه تغییرات

آتش‌نشانی یکی از مشاغل بسیار حساس و پرخطر به شمار می‌آید که افراد شاغل در این حرفه به دلیل نوع کار و شرایط دشوار عملیاتی، با خطرات فیزیکی متعددی مواجه‌اند [۱]. وظایف آتش‌نشانان شامل حمل تجهیزات سنگین، کار در شرایط نامناسب و واکنش به‌موقع در موقعیت‌های اضطراری است. این شرایط خاص شغلی می‌تواند بر ساختار بدنی و ستون فقرات آن‌ها تأثیر بگذارد و به‌ویژه بر تعادل و پایداری فیزیکی آن‌ها اثرگذار باشد [۲]. حفظ تعادل برای آتش‌نشانان اهمیت ویژه‌ای دارد، چراکه هرگونه اختلال در تعادل می‌تواند نه‌تنها منجر به مشکلات جسمی و دردهای مزمن شود، بلکه بر کارایی و عملکرد آن‌ها در انجام وظایف نیز اثر منفی بگذارد [۳]. بنابراین، بررسی ارتباط میان تغییرات ساختاری ستون فقرات و تعادل در این گروه شغلی ضروری به نظر می‌رسد.

لوردوز گردنی که قوس طبیعی گردن است، نیز نقش مهمی در حفظ تعادل بدن ایفا می‌کند. این قوس به توزیع مناسب وزن سر و کاهش فشار بر روی گردن و شانه‌ها کمک می‌کند [۴]. در آتش‌نشانان که معمولاً به دلیل استفاده از کلاه‌خود و تجهیزات محافظتی سنگین در معرض فشار بیشتری قرار دارند، تغییر در این قوس می‌تواند منجر به درد گردن و کاهش تمرکز در شرایط بحرانی شود [۴]. در نتیجه، پایش و بررسی تغییرات لوردوز گردنی می‌تواند به کاهش خستگی و بهبود وضعیت جسمی آتش‌نشانان کمک کند.

یکی از مهم‌ترین اجزای ستون فقرات که بر تعادل تأثیر می‌گذارد، لوردوز کمری است. این قوس طبیعی در بخش پایینی ستون فقرات به توزیع مناسب بار و فشار بر روی بخش‌های مختلف ستون فقرات کمک می‌کند [۵]. با این حال، فعالیت‌های سنگین و استفاده از تجهیزات آتش‌نشانی می‌تواند منجر به تغییر در این قوس طبیعی شود که خود می‌تواند به مشکلاتی مانند درد کمر و اختلال در تعادل بیانجامد [۶]. مطالعات نشان داده‌اند که کاهش یا افزایش بیش‌ازحد لوردوز کمری می‌تواند تأثیر منفی بر



در قوس‌های طبیعی ستون فقرات می‌تواند به‌طور مستقیم بر عملکرد و کارایی آتش‌نشانان تأثیر بگذارد.

هدف این پژوهش، بررسی رابطه تغییرات در قوس‌های طبیعی ستون فقرات شامل لوردوز کمری، لوردوز گردنی و کیفوز سینه‌ای با تعادل عملکردی آتش‌نشانان است. این تحقیق تلاش می‌کند مشخص کند چه تغییراتی (افزایش یا کاهش انحنا) و تا چه میزانی این تغییرات بر تعادل آتش‌نشانان تأثیرگذار هستند. نتایج این مطالعه می‌تواند به شناسایی عوامل خطر مرتبط با ناپایداری تعادل و ارائه راهکارهای پیشگیرانه جهت حفظ وضعیت بدنی مطلوب و کاهش خطرات شغلی در این گروه کمک کند.

مواد و روش‌ها:

این پژوهش به‌صورت توصیفی و از نوع همبستگی انجام شد و جامعه آماری آن را ۲۰۰ نفر از آتش‌نشانان شهر مشهد تشکیل می‌دادند. حجم نمونه با استفاده از جدول مورگان تعیین گردید و ۱۳۰ نفر به روش تصادفی ساده از میان جامعه آماری انتخاب شدند. میانگین سن شرکت‌کنندگان ۳۹/۵۹ سال، وزن ۷۹/۹۳ کیلوگرم، قد ۱/۷۸ متر و شاخص توده بدنی (BMI) ۲۵/۲۳ بود.

شرایط ورود آزمودنی‌ها به پژوهش شامل توانایی تحمل وزن بدن، راه رفتن طبیعی و عدم ابتلا به اختلالات عصبی محدودکننده عملکرد بود [۱۳]. علاوه بر این، شرکت‌کنندگان ملزم بودند که ۲۴ ساعت قبل از آزمون از مصرف کافئین، الکل و داروهای آرام‌بخش پرهیز کنند [۱۴]. افراد دارای سابقه شکستگی یا جراحی مفاصل، اختلالات وضعیتی در اندام‌های تحتانی و ستون فقرات، بیماری‌های سیستمیک مانند روماتیسم و دیابت، یا اختلالات عصبی و دهلیزی و همچنین افرادی که طی شش ماه گذشته تحت برنامه توان‌بخشی قرار گرفته بودند، از ورود به مطالعه مستثنای شدند.

معیارهای خروج از مطالعه شامل انصراف داوطلبانه، احساس درد غیرطبیعی هنگام آزمون یا عدم همکاری مناسب بود [۱۵]. پس از دریافت رضایت آگاهانه از

شرکت‌کنندگان، اندازه‌گیری‌ها انجام شد و اطلاعات آن‌ها به‌صورت محرمانه حفظ گردید. شرکت‌کنندگان همچنین از اهداف و روش‌های اجرای تحقیق مطلع شدند.

در این پژوهش از خط‌کش منعطف cm60 مارک Morn-Sun Idio با پایایی ۰/۹۲ برای اندازه‌گیری انحنای کیفوز و لوردوز استفاده شد. وزن آزمودنی‌ها با ترازوی دیجیتال Seca مدل Vogel & Halke، ساخت آلمان و با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد و قد آن‌ها نیز با قدسنج دیجیتال Seca مدل Vogel & Halke، ساخت آلمان و دقت یک سانتی‌متر ثبت گردید. برای اندازه‌گیری شاخص توده بدن از فرمول اندازه‌گیری وزن به کیلوگرم تقسیم بر مجذور قد به متر استفاده شد. پس از انتخاب نمونه‌ها، فرم رضایت‌نامه در اختیار آن‌ها قرار گرفت که در آن اهداف و مراحل تحقیق به‌طور کامل توضیح داده شده بود و پس از امضای فرم، افراد در تحقیق شرکت کردند و اطلاعات شرکت‌کنندگان محرمانه باقی ماند. همچنین، پس از کسب رضایت، اطلاعات فردی شامل قد، وزن، سن و شاخص توده بدنی در فرمی از پیش تهیه شده ثبت شد.

برای ارزیابی تعادل عملکردی از آزمونی استفاده شد که توسط پوناکولی و همکاران برای آتش‌نشانان طراحی شده است [۱۶]. این آزمون با فعالیت‌های آتش‌نشانان مانند بالا و پایین رفتن از سکو، عبور از موانع و حرکت روی سطح باریک هماهنگ است. اجرای آزمون با زمان‌سنجی و استفاده از لباس و تجهیزات کامل آتش‌نشانان انجام می‌شد. در این آزمون، دو سکوی ۶۱ در ۶۱ سانتی‌متری با ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر و فاصله سه متری از هم قرار داشتند و بین آن‌ها یک الوار چوبی به عرض ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع چهار سانتی‌متر بود. در میانه مسیر، مانعی به ارتفاع ۷۵ درصد قد شرکت‌کننده قرار داده شد. شرکت‌کننده با تجهیزات کامل از سکوی اول حرکت می‌کرد و پس از طی مسیر به نقطه آغاز بازمی‌گشت. برخورد به مانع و افتادن آن به‌عنوان خطای بزرگ محسوب می‌شد و دو ثانیه به زمان اضافه می‌شد، درحالی‌که برخورد بدون افتادن مانع یا انحراف از مسیر و برخورد پا با زمین به‌عنوان خطای کوچک و یک ثانیه به زمان اضافه می‌شد.



خط L تا عمیق ترین نقطه قوس ترسیم شده است [۱۸].
فرمول محاسبه زاویه لوردوز به صورت زیر بود:

$$\theta = 4 \cdot \arctan(2H/L - 1)$$

برای اندازه گیری زاویه سر به جلو از روش زاویه کرانیوورتبرال با استفاده از گونیامتر یونیورسال مخصوص استفاده شد. در این روش، آزمودنی در حالت راحت ایستاده و سه بار حرکت فلکشن و اکستنشن گردن را انجام می دهد تا سر در وضعیت طبیعی قرار گیرد. سپس، بازوی ثابت و محور گونیامتر به صورت عمود بر زمین و موازی با زائده خاری C7 قرار داده می شود و بازوی متحرک بر روی غضروف بخش جلویی گوش (تراگوس) تنظیم می گردد. زاویه بین سطح افقی و خط بین مهره هفتم گردنی تا گوش داخلی به این ترتیب اندازه گیری می شود [۱۹].

از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف بررسی نرمال بودن داده ها و از ضریب همبستگی پیرسون برای تعیین رابطه بین متغیرها استفاده شد. تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

یافته ها:

اطلاعات توصیفی مربوط به سن، قد و وزن آتش نشانان مرد در جدول ۱ ارائه شده است.

برای اندازه گیری زاویه کیفوز سینه ای، از کیفومتر استفاده شد. ابتدا نقطه میانی زوائد خاری مهره های T3-T4 (نقطه یک) و نقطه میانی زوائد خاری مهره های T11-T12 (نقطه دو) مشخص و علامت گذاری شد. سپس، در حالی که آزمودنی بدون پوشش لباسی روی ستون فقرات، به صورت مستقیم روبه جلو نگاه می کرد، از او خواسته شد که پابرنه، با تقسیم مساوی وزن بر روی هر دو پا، به طور عادی بایستد. در این حالت، بازوان در کنار بدن آویزان بودند. با قراردادن بلوک متصل به نشانگر روی نقطه یک و بلوک متصل به نقاله روی نقطه دو، زاویه کیفوز اندازه گیری شد [۱۷].

میزان لوردوز کمری با استفاده از خط کش منعطف ۳۰ سانتی متری به روش یوداس اندازه گیری شد. برای این اندازه گیری، از دو نشانه استخوانی استفاده شد: مهره دوازدهم پشتی (T12) به عنوان آغاز قوس و مهره دوم خاجی (S2) به عنوان انتهای قوس. پس از علامت گذاری این نشانه ها، از آزمودنی خواسته شد بدون حرکت بایستد. در این حالت، آزمونگر خط کش منعطف را به دقت بر روی قوس کمر قرارداد و نقاط تماس خط کش با نشانه های استخوانی را با ماژیک علامت گذاری کرد. سپس، خط کش به آرامی بر روی کاغذ سفید منتقل شد و قوس شکل گرفته بر روی کاغذ رسم گردید. در نهایت، درجه لوردوز کمری با استفاده از معادله (فرمول یک) محاسبه شد که در این معادله L خط صاف از مهره T12 تا S2 و H فاصله بین

جدول ۱: شاخص های آماری مرتبط با سن، قد و وزن شرکت کنندگان				
متغیر	تعداد	میانگین ± انحراف معیار	کمترین	بیشترین
سن (سال)	۱۳۰	۷/۳۶ ± ۳۹/۵۹	۲۸/۰	۵۲/۰
وزن (کیلوگرم)	۱۳۰	۹/۳۹ ± ۷۹/۹۳	۶۵/۰	۹۶/۰
قد (متر)	۱۳۰	۰/۰۷ ± ۱/۷۸	۱/۶۸	۱/۹۱
شاخص توده بدنی (BMI)	۱۳۰	۱/۹۱ ± ۲۵/۲۳	۲۳/۳	۲۶/۳۱

جدول ۲ شاخص های آماری متغیرهای تعادل عملکردی، سر به جلو، لوردوز و کیفوز را در یک نمونه ۱۳۰ نفری ارائه می دهد.



متغیر	تعداد	انحراف معیار \pm میانگین
تعادل عملکردی (امتیاز)	۱۳۰	۲۴/۲۵ \pm ۹/۴۵
سر به جلو (درجه)	۱۳۰	۴۳/۴۴ \pm ۴/۲۴
لوردوز (درجه)	۱۳۰	۴۵/۱۲ \pm ۳/۵۸
کیفوز (درجه)	۱۳۰	۳۷/۹۷ \pm ۴/۰۲

که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است.

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین تعادل عملکردی با زاویه‌های سر به جلو ($r=0/234, P=0/007$)، لوردوز ($r=0/313, P=0/001$) و کیفوز ($r=0/174, P=0/048$) آتش-نشانان ارتباط معناداری وجود دارد. به عبارتی با کاهش زاویه‌های سر به جلو، لوردوز و کیفوز و نزدیک شده آن به زوایای طبیعی، تعادل عملکردی بهبود می‌یابد.

نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کلوموگروف اسمیرنوف بررسی شد. نتایج آزمون کلوموگروف اسمیرنوف نشان می‌دهد که متغیرهای تعادل عملکردی، سر به جلو، لوردوز و کیفوز از ویژگی توزیع نرمال تبعیت می‌کند (سطح معناداری بزرگتر از ۰/۰۵ است).

جدول ۳ همبستگی بین زاویه سر به جلو، زاویه لوردوز و زاویه همبستگی بین زاویه سر به جلو، تعادل عملکردی را نشان می‌دهد. به منظور آزمون این فرضیه از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد

متغیر	تعادل عملکردی	Sig
سر به جلو	۰/۲۳۴	۰/۰۰۷
لوردوز	۰/۳۱۳	۰/۰۰۰۱
کیفوز	۰/۱۷۴	۰/۰۴۸

و سطح معناداری ۰/۰۰۷ تأثیر مثبت و معناداری دارد، به این معنا که با افزایش زاویه سر به جلو، تعادل عملکردی بهبود می‌یابد، اما میزان تأثیر آن کمتر از لوردوز است. در مقابل، کیفوز با ضریب ۰/۲۹ و سطح معناداری ۰/۰۸۹ تأثیری معنادار نداشت (جدول ۴).

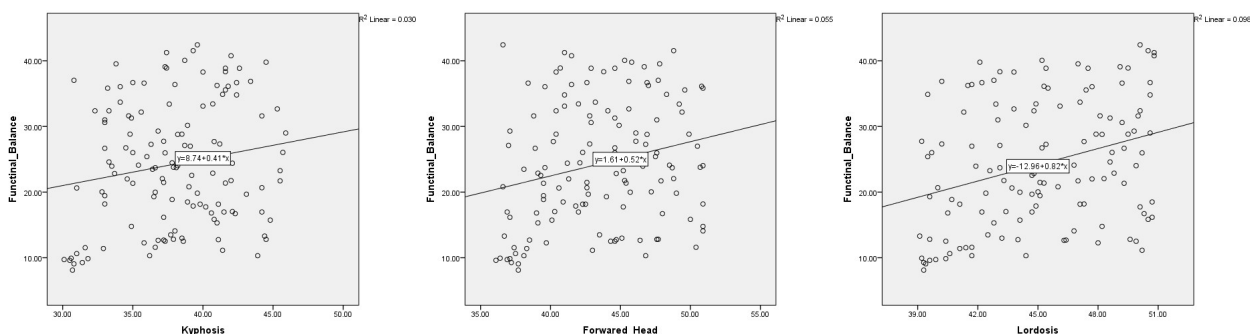
تحلیل رگرسیون چندگانه نشان می‌دهد که از میان متغیرهای سر به جلو، لوردوز و کیفوز، لوردوز با ضریب ۰/۸۵ و سطح معناداری ۰/۰۰۰۱ بیشترین تأثیر مثبت و معنادار را بر تعادل عملکردی دارد و مهم‌ترین پیش‌بینی کننده برای این متغیر است. سر به جلو نیز با ضریب ۰/۴۶

متغیر مستقل	β	Std Err	t- Value	P- Value
سر به جلو	۰/۴۶	۰/۱۷	۲/۷۰	۰/۰۰۷
لوردوز	۰/۸۵	۰/۲۱	۳/۹۱	۰/۰۰۰۱
کیفوز	۰/۲۹	۰/۱۷	۱/۷۰	۰/۰۸۹

عملکردی با زاویه‌های سر به جلو، لوردوز و کیفوز را نشان

نمودارهای الف، ب و ج نشان‌دهنده پراکنش رابطه تعادل

می دهد.



نمودار الف، ب و ج: نشان دهنده پراکنش رابطه تعادل عملکردی با زاویه‌های سر به جلو، لوردوز و کیفوز

و سویدی و همکاران نیز نشان دادند که تمرینات اصلاح وضعیت، چه با روش‌های معمول و چه با واقعیت مجازی، تعادل و راستای بدن را ارتقا می‌دهد [۲۱، ۲۲]. لی نیز اختلالات تعادل استاتیک ناشی از وضعیت سر به جلو را گزارش کرد و بر اهمیت مداخلات هدفمند تأکید داشت [۲۳]. از سوی دیگر، کاهش لوردوز گردنی نیز تغییراتی در وضعیت سر و گردن ایجاد کرده و تلاش بیشتری برای حفظ تعادل می‌طلبد که در گروه‌های شغلی مانند آتش‌نشانان اهمیت بیشتری می‌یابد. این نتایج با یافته‌های مطالعه لی و همکاران درباره تأثیر شیب T1 بر تعادل ستون فقرات گردنی، تطابق دارد. این یافته‌ها اهمیت اصلاح وضعیت‌های ساختاری گردن و سر را در بهبود تعادل عملکردی برجسته می‌کند [۴].

نتایج این پژوهش نشان داد که کاهش زاویه لوردوز کمری به بهبود تعادل عملکردی آتش‌نشانان منجر می‌شود. این یافته‌ها با نتایج مطالعاتی مانند لی و همکاران که ارتباط بین تغییرات لوردوز گردنی و عملکرد تنفسی را مورد بررسی قرار دادند، همخوانی دارد. آنها نشان دادند که تغییرات در لوردوز گردنی و سر به جلو می‌تواند بر وضعیت تعادل و ظرفیت حیاتی ریه تأثیرگذار باشد [۲۴]. کاهش لوردوز کمری می‌تواند باعث افزایش فشار بر مهره‌های سینه‌ای و گردنی شود که در نتیجه آن، کیفوز سینه‌ای افزایش می‌یابد و تعادل کلی بدن کاهش می‌یابد.

یکی از یافته‌های متفاوت این مطالعه عدم تأثیر معنادار

بحث و نتیجه‌گیری:

هدف این پژوهش بررسی رابطه بین تعادل عملکردی و تغییرات زوایای ستون فقرات (شامل زاویه سر به جلو، کیفوز سینه‌ای و لوردوز کمری) با تعادل عملکردی در میان ۱۳۰ آتش‌نشان در شهر مشهد بود. نتایج این پژوهش نشان داد که تعادل عملکردی آتش‌نشانان با زاویه‌های سر به جلو، لوردوز کمری و کیفوز سینه‌ای ارتباط معناداری دارد. نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که زاویه‌های سر به جلو، لوردوز و کیفوز با تعادل عملکردی رابطه مثبت معناداری دارند. تحلیل رگرسیون چندگانه نیز نشان داد که لوردوز قوی‌ترین پیش‌بینی کننده تعادل عملکردی است و بیشترین تأثیر مثبت و معنادار را دارد. سر به جلو نیز تأثیری مثبت و معنادار دارد، هرچند تأثیر آن نسبت به لوردوز کمتر است. در مقابل، کیفوز تأثیر معناداری بر تعادل عملکردی نداشت. این نتایج نشان می‌دهد که بهبود وضعیت لوردوز و سر به جلو می‌تواند به بهبود تعادل عملکردی کمک کند.

نتایج این مطالعه نشان داد که کاهش زاویه سر به جلو و تغییر در لوردوز گردنی می‌تواند به بهبود تعادل عملکردی منجر شود که با تحقیقات پیشین همخوانی دارد. وضعیت سر به جلو، با ایجاد اختلال در تعادل دینامیکی و استاتیک، نیاز به اصلاح برای کاهش فشار و لرزش مرکز ثقل بدن دارد. احمدی‌پور و همکاران تأکید کردند که اصلاح این وضعیت تعادل دینامیکی را بهبود می‌بخشد [۲۰]. سون



محدود به آتش‌نشانان یک شهر و عدم بررسی سایر عوامل مؤثر بر تعادل مانند خستگی یا وضعیت روحی اشاره کرد که می‌تواند تعمیم نتایج را محدود کند. کاربردهای عملی این پژوهش شامل ارائه اطلاعاتی برای بهبود برنامه‌های توانبخشی و ورزشی ویژه آتش‌نشانان به‌منظور بهبود تعادل و پیشگیری از آسیب‌ها است. برای تحقیقات آینده، پیشنهاد می‌شود مطالعه‌ای با نمونه‌گیری گسترده‌تر در مناطق مختلف انجام شود و تأثیر تمرینات خاص برای بهبود تعادل و وضعیت قوس‌های ستون فقرات بررسی گردد.

نتیجه‌گیری:

نتایج پژوهش نشان داد که تعادل عملکردی آتش‌نشانان با تغییرات زاویه‌های سر به جلو، لوردوز کمری و کیفوز سینه‌ای ارتباط معناداری دارد. این تغییرات می‌توانند در جهت افزایش یا کاهش باشند و بر تعادل تأثیر بگذارند. تحلیل‌ها نشان داد که تعدیل زاویه‌های سر به جلو و لوردوز به سمت محدوده طبیعی موجب بهبود تعادل عملکردی می‌شود. همچنین، لوردوز کمری به‌عنوان قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده تعادل عملکردی شناخته شد، درحالی‌که تأثیر سر به جلو مثبت اما کمتر بود و کیفوز ارتباط معناداری نشان نداد. این نتایج بر اهمیت وضعیت ستون فقرات، به‌ویژه لوردوز، در بهبود تعادل عملکردی و طراحی برنامه‌های پیشگیری و اصلاحی در گروه‌های شغلی با ریسک بالا مانند آتش‌نشانان تأکید می‌کند.

ملاحظات اخلاقی:

پیروی از اصول اخلاق در پژوهش

این مطالعه دارای تاییدیه اخلاقی به شماره IR.SSRC. REC.1403.065 از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی است.

حامی مالی

این مقاله از طرف هیچ‌گونه نهاد یا موسسه‌ای حمایت مالی نشده و تمام منابع مالی آن از طرف نویسندگان تأمین شده است.

مشارکت نویسندگان

کیفوز سینه‌ای بر تعادل عملکردی بود. این نتیجه با برخی از مطالعات نظیر شاه‌ی و همکاران که تأثیر مستقیم کیفوز بر کاهش عملکرد تنفسی و تعادل را نشان داده بودند، در تضاد است [۲۵]. با این حال، این اختلاف ممکن است به دلیل تفاوت در شدت کیفوز و ویژگی‌های جمعیت مطالعه باشد. در حالی که در مطالعاتی با جمعیت سالمندان و یا بیماران مبتلا به مشکلات تنفسی، تأثیر کیفوز بر تعادل گزارش شده است، در جمعیت جوان‌تر و فعال مانند آتش‌نشانان این تأثیر ممکن است کم‌تر قابل توجه باشد.

بسیاری از مطالعات گذشته، به ویژه تحقیقاتی که بر نقش تغییرات لوردوز کمری و گردنی و تأثیر آن بر تعادل تمرکز داشته‌اند، نتایجی مشابه با پژوهش حاضر به‌دست آورده‌اند. مطالعات مرتبط با تغییرات لوردوز و کیفوز اغلب نشان می‌دهند که کاهش انحرافات ستون فقرات به بهبود تعادل کمک می‌کند که این یافته‌ها با مطالعه حاضر همخوانی دارد [۷]. این همخوانی به دلیل تأثیر مستقیم راستای ستون فقرات بر مرکز ثقل بدن و عملکرد سیستم‌های حس عمقی که در کنترل تعادل نقش دارند، قابل توجیه است [۴]. برخی تفاوت‌های دیگر بین نتایج این مطالعه و پژوهش‌های پیشین را می‌توان به اختلاف در روش‌های ارزیابی و ویژگی‌های نمونه‌ها نسبت داد. به‌عنوان مثال، لی و همکاران نشان دادند که تغییرات در لوردوز گردنی و کیفوز سینه‌ای به صورت خودکار تنظیم نمی‌شوند و عوامل دیگری مانند انعطاف‌پذیری ستون فقرات در این تغییرات نقش دارند [۲۶]. این تفاوت‌ها ممکن است ناشی از تفاوت‌های فردی در انعطاف‌پذیری و شرایط فیزیکی آتش‌نشانان در مقایسه با سایر نمونه‌ها باشد. همچنین، پژوهش موتا و همکاران نشان داد که قدرت عضلات در صد چربی بدن به‌طور معناداری بر تعادل عملکردی آتش‌نشانان تأثیرگذار است. این عوامل به دلیل ویژگی‌های فیزیکی خاص شغل آتش‌نشانی ممکن است نقش بیشتری داشته باشند، در حالی که در مطالعاتی که بر جمعیت‌های عمومی انجام شده‌اند، این عوامل شغلی کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند [۱۶].

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به نمونه‌گیری



تشکر و قدردانی

از همکاری صمیمانه آتش نشانان که با مشارکت ارزشمند خود در پیشبرد این مطالعه ما را یاری رساندند، قدردانی می‌کنیم. بدون حمایت و تلاش‌های بی‌دریغ این عزیزان، دستیابی به نتایج قابل اعتماد و کاربردی ممکن نبود.

محمد سیداحمدی، کریم خلاق، هادی علوی‌پناه: طراحی و ایده‌پردازی؛ هادی علوی‌پناه: معاینات بالینی و جمع‌آوری داده‌ها؛ محمد سیداحمدی، کریم خلاق: توسعه روش‌شناسی و طراحی تحلیل‌های آماری؛ محمد سیداحمدی: پیش‌نویس اولیه مقاله، ارائه نظرات و پیشنهادات. محمد سیداحمدی، کریم خلاق، هادی علوی‌پناه: بررسی محتوایی و تایید نسخه نهایی مقاله.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافی در پژوهش حاضر وجود ندارد.



References

1. Abel MG, Palmer TG, Trubee N. Exercise program design for structural firefighters. *Strength Cond J.* 2015; 37(4):8-19. DOI: [10.1519/SSC.0000000000000123](https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000123)
2. Games KE, Winkelmann ZK, McGinnis KD, McAdam JS, Pascoe DD, Sefton JM. Functional performance of firefighters after exposure to environmental conditions and exercise. *J Athl Train.* 2020; 55(1):71-9. DOI: [10.4085/1062-6050-75-18](https://doi.org/10.4085/1062-6050-75-18) PMID: [31876454](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31876454/)
3. Marciniak RA, Ebersole KT, Cornell DJ. Relationships between balance and physical fitness variables in firefighter recruits. *Work.* 2021; 68(3):667-77. DOI: [10.3233/WOR-203401](https://doi.org/10.3233/WOR-203401) PMID: [33612511](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33612511/)
4. Lee SH, Son ES, Seo EM, Suk KS, Kim KT. Factors determining cervical spine sagittal balance in asymptomatic adults: Correlation with spinopelvic balance and thoracic inlet alignment. *Spine J.* 2015; 15(4):705-12. DOI: [10.1016/j.spinee.2013.06.059](https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.06.059) PMID: [24021619](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24021619/)
5. Mirbagheri SS, Rahmani-Rasa A, Farmani F, Amini P, Nikoo MR. Evaluating kyphosis and lordosis in students by using a flexible ruler and their relationship with severity and frequency of thoracic and lumbar pain. *Asian Spine J.* 2015; 9(3):416-22. DOI: [10.4184/asj.2015.9.3.416](https://doi.org/10.4184/asj.2015.9.3.416) PMID: [26097657](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26097657/)
6. Yang M, Yang C, Chen Z, Wei X, Chen Y, Zhao J, et al. Lumbar lordosis minus thoracic kyphosis: Remain constant in adolescent idiopathic scoliosis patients before and after correction surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016; 41(6):E359-63. DOI: [10.1097/BRS.0000000000001258](https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001258) PMID: [26536436](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26536436/)
7. Elahi AR, Seidi F, Ardakani MK. Effect of 8 weeks of corrective exercises on the lumbar lordosis angle and lower limb function in Non-Athlete Men with lumbar Hyperlordosis. *Journal of Safety Promotion and Injury Prevention.* 2022; 9(4):304-14. [In Persian] [Link](#)
8. Mirshafiei Machiani SZ, Sedaghati P. Impact of combined corrective & home respiratory exercises on kyphosis angle & respiratory capacity in asthmatic children. *SJRM.* 2021; 10(5):880-93. [In Persian] DOI: [10.32598/SJRM.10.5.4](https://doi.org/10.32598/SJRM.10.5.4)
9. Roghani T, Allen DD, Gladin A, Rahimi A, Mehrabi M, Rezaeian ZS, et al. The association between physical function and hyperkyphosis in older females: A systematic review and meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther.* 2024; 47(2):85-96. DOI: [10.1519/JPT.0000000000000371](https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000371) PMID: [36827693](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36827693/)
10. Cacho-Rodrigues P, Campana M, Obeid I, Vital JM, Gille O. Sagittal correction and reciprocal changes after thoracic pedicle subtraction osteotomy. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016; 41(13):E791-E97. DOI: [10.1097/BRS.0000000000001386](https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001386) PMID: [26656039](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26656039/)
11. Sadeghi H, Noori S. Reliability of functional balance static, semi-dynamic and dynamic tests in Ectomorph women aged youth. *Sport Sci Health Res.* 2015; 7(1):35-55. DOI: [10.22059/jsmed.2015.53792](https://doi.org/10.22059/jsmed.2015.53792)
12. Hur P, Rosengren KS, Horn GP, Smith DL, Hsiao-Weckler ET. Effect of protective clothing and fatigue on functional balance of firefighters. *J Ergonomics.* 2013; S2:1-7. DOI: [10.4172/2165-7556.S2-004](https://doi.org/10.4172/2165-7556.S2-004)
13. Plummer P, Zukowski LA, Giuliani C, Hall AM, Zurawski D. Effects of physical exercise interventions on gait-related dual-task interference in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Gerontology.* 2015; 62(1):94-117. DOI: [10.1159/000371577](https://doi.org/10.1159/000371577) PMID: [25721432](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25721432/)
14. Sukal-Moulton T, de Campos AC, Alter KE, Huppert TJ, Damiano DL. Relationship between sensorimotor cortical activation as assessed by functional near infrared spectroscopy and lower extremity motor coordination in bilateral cerebral palsy. *Neuroimage Clin.* 2018; 20:275-85. DOI: [10.1016/j.nicl.2018.07.023](https://doi.org/10.1016/j.nicl.2018.07.023) PMID: [30101059](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30101059/)
15. Atalay ES, Tarakci D, Algun C. Are the functional movement analysis scores of handball players related to athletic parameters? *J Exerc Rehabil.* 2018; 14(6):954-59. DOI: [10.12965/jer.1836372.186](https://doi.org/10.12965/jer.1836372.186) PMID: [30656154](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30656154/)
16. Mota JA, Barnette TJ, Gerstner GR, Giuliani HK, Tweedell AJ, Kleinberg CR, et al. Relationships between neuromuscular function and functional balance performance in firefighters. *Sci Rep.* 2018; 8(1):15328. DOI: [10.1038/s41598-018-33555-z](https://doi.org/10.1038/s41598-018-33555-z) PMID: [30333503](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30333503/)
17. Rajabi R, Minoonazhad H, Latifi S, Goodarzi V. Reliability and validity of an Iranian kyphometer for measuring thoracic kyphosis. *Res Sports Sci.* 2010; 39(7):37-48. [In Persian] [Link](#)
18. Youdas JW, Garrett TR, Egan KS, Therneau TM. Lumbar lordosis and pelvic inclination in adults with chronic low back pain. *Phys Ther.* 2000; 80(3):261-75. PMID: [10696153](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10696153/)
19. Salahzadeh Z, Maroufi N, Ahmadi A, Behtash H, Razmjoo A, Gohari M, et al. Assessment of forward head posture in females: observational and photogrammetry methods. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2014; 27(2):131-9. DOI: [10.3233/BMR-130426](https://doi.org/10.3233/BMR-130426) PMID: [23963268](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23963268/)
20. Ahmadipoor A, Khademi-Kalantari K, Rezasoltani A, Naimi SS, Akbarzadeh-Baghban A. Effect of forward head posture on dynamic balance based on the biodex balance system. *J Biomed Phys Eng.* 2022; 12(5):543-48. DOI: [10.31661/jbpe.v0i0.1912-1036](https://doi.org/10.31661/jbpe.v0i0.1912-1036) PMID: [36313406](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36313406/)



21. Son HH. The effects of virtual reality games in posture correction exercise on the posture and balance of patients with forward head posture. *J Korean Soc Phys Med.* 2020; 15(2):11-21. DOI: [10.13066/kspm.2020.15.2.11](https://doi.org/10.13066/kspm.2020.15.2.11)
22. Suwaidi ASA, Moustafa IM, Kim M, Oakley PA, Harrison DE. A comparison of two forward head posture corrective approaches in elderly with chronic non-specific neck pain: A randomized controlled study. *J Clin Med.* 2023; 12(2):542. DOI: [10.3390/jcm12020542](https://doi.org/10.3390/jcm12020542) PMID: [36675471](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36675471/)
23. Lee JH. Effects of forward head posture on static and dynamic balance control. *J Phys Ther Sci.* 2016; 28(1):274-7. DOI: [10.1589/jpts.28.274](https://doi.org/10.1589/jpts.28.274) PMID: [26957773](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26957773/)
24. Lee Y, Gong W, Kim B. Correlations between cervical lordosis, vital capacity, T-spine ROM and equilibrium. *Journal of Physical Therapy Science.* 2011; 23(1):103-5. DOI: [10.1589/jpts.23.103](https://doi.org/10.1589/jpts.23.103)
25. Shahi P, Chadha M, Sehgal A, Sudan A, Meena U, Bansal K, et al. Sagittal balance, pulmonary function, and spinopelvic parameters in severe post-tubercular thoracic kyphosis. *Asian Spine J.* 2022; 16(3):394-400. DOI: [10.31616/asj.2020.0464](https://doi.org/10.31616/asj.2020.0464) PMID: [33957743](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33957743/)
26. Lee DH, Ha JK, Chung JH, Hwang CJ, Lee CS, Cho JH. A retrospective study to reveal the effect of surgical correction of cervical kyphosis on thoracolumbo-pelvic sagittal alignment. *Eur Spine J.* 2016; 25(7):2286-93. DOI: [10.1007/s00586-016-4392-9](https://doi.org/10.1007/s00586-016-4392-9) PMID: [26810979](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26810979/)

