

Research Paper

Back Extensor Muscle Function in Older Men With and Without Age-related Hyperkyphosis: A Protocol Study



Anahita Vadati Mohammadi Qomi^{1,2}, *Hoda Niknam², Alireza Akbarzadeh Baghban³, Tayebbeh Roghani⁴

1. Department of Physiotherapy, Student Research Committee, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Department of Biostatistics, Proteomics Research Center, School of Allied Medical Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.



Citation Vadati Mohammadi Qomi A, Niknam H, Akbarzadeh Baghban A, Roghani T. [Back Extensor Muscle Function in Older Men With and Without Age-related Hyperkyphosis: A Protocol Study (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 14(4):670-681. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.4.3328>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.4.3328>

ABSTRACT

Background and Aims Postural changes caused by aging severely affect the functional abilities of older adults. One of the common postural abnormalities in older adults is increased thoracic kyphosis or hyperkyphosis. To determine the contributing factors of hyperkyphosis in older men, the present study aims to compare the back extensor muscles' strength, endurance, and ability to regenerate the sense of force of these muscles between older men with and without hyperkyphosis.

Methods This is a protocol study with a cross-sectional design that will be conducted in spring and summer of 2025 on 70 Iranian older men aged 60-80 years. After dividing them into two groups with hyperkyphosis (n=35) and without hyperkyphosis (n=35), the strength, endurance, and error in regeneration of back extensor muscles' sense of force will be measured and compared between them. Independent t-test or Mann-Whitney U test will be used to determine the differences in study variables between the two groups. Pearson's or Spearman's correlation test will be used to investigate the adjusted associations of the back extensor function variables and thoracic kyphosis.

Keywords Hyperkyphosis, muscle function, back extensor, sense of force, Older men

Received: 12 Jan 2025

Accepted: 21 Jan 2025

Available Online: 23 Sep 2025

* Corresponding Author:

Hoda Niknam, Assistant Professor.

Address: Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Tel: +98 (912) 6126544

E-Mail: hodaniknam@sbmu.ac



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

Postural changes caused by aging, especially in the sagittal plane, severely affect the functional abilities of older adults. One of the common postural abnormalities in older adults is increased thoracic kyphosis or hyperkyphosis. Although age-related hyperkyphosis primarily affects older women, a prevalence of 15-40% has been reported in older men. Older adults with hyperkyphosis have multiple physical function impairments, including decreased walking speed, decreased speed going up and down stairs, difficulty reaching objects, and poor balance. The function of the back extensor muscles is important for the health and integrity of the spine. The existence of a significant relationship between the strength of the back muscles and the degree of thoracic kyphosis has been confirmed in most studies. The positive effect of exercise regimens (strengthening the back extensors) on reducing the degree of kyphosis in older people with hyperkyphosis has also been reported. However, many questions remain about its etiology and contributing factors. So far, most previous studies have focused on older women. The contributing factors to hyperkyphosis in older men have not been well studied. Therefore, this protocol study will compare the strength and endurance of back extensors and their ability to regenerate the sense of force between older men with and without hyperkyphosis.

Methods

This is a protocol study with a cross-sectional design that will be conducted in spring and summer of 2025 on 70 older men aged 60-80 years. They were selected using a convenience sampling method. Inclusion criteria were functional independence, the ability to sit, stand, and walk without assistance, and the need for an assistive device. The participants will be divided into two equal groups of patients (n=35) and controls (n=35). Their thoracic kyphosis will be assessed using a flexible ruler. The kyphosis index is calculated as the width divided by the length of the thoracic curve, multiplied by 100. Also, the function of the back extensor muscles will be assessed using a S-shaped load cell device (H3-C3-100kg- 3B-D55, Zemic, China). To measure the strength of the back extensor, after explaining the measurement process, each participant is asked to pull their torso backward for 1-2 seconds and try to pull and maintain the torso backward for 3-5 seconds with maximum force, and then slowly release this backward force for 1-2 seconds. The production force is shown by a digital display. The maximum tensile

force is recorded three times. The maximum achieved force is recorded in kilograms as the isometric strength of the back extensors. To measure muscle endurance, each person should maintain 50% of their maximum tensile force. Whenever this force drops below 90% of baseline, the test is stopped, and the time is recorded. The measurement is repeated three times with 30-second intervals, and the maximum time is recorded in seconds as the static endurance of the back extensors. To assess the sense of force of the back extensors, 50% of the participants' maximum force (obtained during the strength determination phase) is considered as the target for force reconstruction. Initially, with visual feedback, subjects are asked to generate 50% of their maximum force and hold it for 5 seconds, focusing on the amount of force exerted and remembering it. Then, visual feedback for data recording is removed and subjects are asked to produce the same amount of force, notify the experimenter when they reach the target force, and maintain the contraction for 5 seconds. The sense of force is described by the indices of absolute error (AE) and variable error (VE). The AE value is first calculated by calculating the absolute difference between the participants' maximum force in each trial and the predetermined target force, and then the average values of these differences are calculated. The VE value is obtained by calculating the difference between the maximum force of the participants in each trial and their average.

The strength, endurance, and error in regeneration of the back extensors' sense of force will be compared between the two groups. Based on the normality of data distribution, Independent t-test or Mann-Whitney U test will be used to determine differences between two groups. Pearson's or Spearman's correlation test will be used to investigate the adjusted associations of back extensor function variables and thoracic kyphosis.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Ethics Committee of the [Shahid Beheshti University of Medical Sciences](#), Tehran, Iran (Code: IR.SBMU.RETECH.REC.1402.006). All ethical principles are considered in this study. The participants are informed about the study objectives and methods. They were also assured of the confidentiality of their information and were free to leave the study at any time, and if desired, the research results would be available to them.

Funding

This study was extracted from the master's thesis of Anahita Vadati Mohammadi Qomi at the [Shahid Beheshti University of Medical Sciences](#).

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

Authors thanks to Fatemehzahrah Khammar for assisting with measurements and data collections.



مقاله پژوهشی

مقایسه عملکرد عضلات اکستانسور پشت در مردان مسن با و بدون پوسچر هایپر کیفوز ناشی از افزایش سن: یک مطالعه پروتکل

آناهیتا وحدتی محمدی قمی^۱، *هدا نیک نام^۲، علیرضا اکبرزاده باغبان^۳، طیه روغنی^۴

۱. گروه فیزیوتراپی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲. گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳. گروه آمار زیستی، مرکز تحقیقات پروتئومیکس، دانشکده علوم پزشکی وابسته، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۴. گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Vadati Mohammadi Qomi A, Niknam H, Akbarzadeh Baghban A, Roghani T. [Back Extensor Muscle Function in Older Men With and Without Age-related Hyperkyphosis: A Protocol Study (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 14(4):670-681. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.4.3328>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.4.3328>

چکیده

مقدمه و اهداف علی‌رغم مطالعات فراوان در زمینه پوسچر هایپر کیفوز، هنوز سوالات متعددی در مورد علت‌شناسی و عوامل مؤثر بر آن مطرح است. تاکنون تمرکز اکثر مطالعات قبلی بر زنان مسن بوده است. عوامل مؤثر بر هایپر کیفوز در مردان به‌خوبی بررسی نشده است. هدف مطالعه حاضر، مقایسه قدرت، تحمل و توانایی بازسازی حس نیروی عضلات اکستانسور پشت در مردان مسن با و بدون پوسچر هایپر کیفوز است.

مواد و روش‌ها این یک مطالعه پروتکل از یک مطالعه مقطعی روی ۷۰ مرد سالمند ۶۰ تا ۸۰ ساله است. بعد از تقسیم شرکت‌کنندگان به ۲ گروه با (تعداد=۳۵) و بدون (تعداد=۳۵) پوسچر هایپر کیفوز توراسیک، قدرت، تحمل و خطای بازسازی حس نیروی عضلات اکستانسور پشت اندازه‌گیری و بین ۲ گروه مقایسه شد. کیفوز توراسیک با استفاده از خط‌کش منعطف و عملکرد عضلات اکستانسور پشت به کمک دستگاه لود سل اس شکل بررسی می‌شود. براساس نتایج آزمون شاپیرو ویلک، جهت مقایسه متغیرها بین ۲ گروه از آزمون تی مستقل یا من‌ویتنی استفاده شد. برای بررسی رابطه بین متغیرهای عملکرد عضلات اکستانسور پشت با کیفوز توراسیک از آزمون پیرسون یا اسپیرمن استفاده می‌شود.

کلیدواژه‌ها اکستانسور پشت، حس نیرو، هایپر کیفوز، عملکرد عضلات، مردان مسن

تاریخ دریافت: ۲۳ دی ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۰۲ بهمن ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۰۱ مهر ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

دکتر هدا نیک نام

نشانی: تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده علوم توانبخشی، گروه فیزیوتراپی.

تلفن: ۰۲۶۵۴۴۴ (۹۱۲) ۹۸+

رایانامه: hodaniknam@gmail.com



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

در نوجوانان و جوانان نشان داده شده است [۲۰، ۲۱]، اما شواهد بسیار کمی در زمینه رابطه بین کیفوز توراسیک و تحمل اکستانسورهای پشت در افراد مسن، خصوصاً افراد مسن مبتلا به هایپرکیفوز وجود دارد. در یک مطالعه مقدماتی، در زنان مسن با پوسچر هایپرکیفوز (تعداد = ۲۴، میانگین کیفوز توراسیک: $54 \pm 2/3$ درجه) حداکثر نیروی استاتیک و تحمل اکستانسورهای پشت کمتری در مقایسه با زنان مسن با پوسچر کیفوز طبیعی (تعداد = ۲۴، میانگین کیفوز توراسیک: $40 \pm 2/4$ درجه) گزارش شد [۲۲]. در مقایسه با زنان، نقش قدرت و تحمل عضلات پشت، بر راستای سائیتال ستون مهره‌ها در مردان مسن، به‌ویژه مردان مسن مبتلا به هایپرکیفوز، در مطالعات پیشین نادیده گرفته شده است.

در سال ۲۰۱۷ کاسوکاوا^۳ و همکاران مطالعه‌ای با هدف تعیین ارتباط تغییرات ناشی از سن و جنس در عملکرد عضلات بدن با راستا و دامنه حرکتی ستون فقرات، روی ۲۵۲ مرد و ۳۲۰ زن ۵۰ سال به بالا انجام دادند. قدرت عضلات با دینامومتر و راستا و دامنه حرکتی با اسپاینال موس اندازه‌گیری شد. در هر دو جنس قدرت عضلات پشت با کیفوز لومبار (نه توراسیک) رابطه معناداری نشان داد، زوایای کیفوز توراسیک و شیب^۴ نیز با کیفوز لومبار ارتباط معنادار داشتند. در این مطالعه هیچ رابطه معناداری بین قدرت عضلات با کیفوز توراسیک دیده نشد. البته هیچ‌کدام از گروه‌ها مبتلا به هایپرکیفوز توراسیک نبودند [۲۳]. در یک مطالعه مقطعی دیگر که روی ۹۷ فرد مسن (۶۱ نفر مبتلا به هایپرکیفوز (تعداد مردان: ۴۹ نفر) و ۳۶ نفر کنترل (تعداد مردان: ۲۵ نفر)) انجام شد، کاهش قدرت و عملکرد عضلات پشت در گروه هایپرکیفوز نسبت به کنترل گزارش شد، اما تفاوت پاسخ جنسیتی مشخص نشد [۲۴]. با توجه به اینکه اکثر مطالعات پیشین در زمینه هایپرکیفوز در زنان مسن است، اینکه آیا در مردان مسن نیز این عوامل تأثیر معناداری بر کیفوز توراسیک دارند مشخص و تأیید نشده و نیاز به مطالعات بیشتری در این زمینه است.

به نظر می‌رسد حس عمقی نیز از دیگر عوامل تغییرپذیر دخیل در پدیده هایپرکیفوز باشد [۲۵]. شواهد حاکی از آن است که کاهش استقامت و افزایش خستگی‌پذیری عضلات پشتی، ورودی آوران ارائه‌شده توسط دوک‌های عضلانی را مختل کرده و باعث ضعیف شدن حس عمقی می‌شود [۲۶]. مطالعه‌ای با هدف بررسی ارتباط بین تراکم توده استخوان، کیفوز توراسیک، قدرت عضلات پشت و حس وضعیت مفصل در زنان اوستئوپروستیک در مقایسه با زنان سالم انجام شد. رابطه منفی بین تراکم توده استخوان با شدت کیفوز، شدت کیفوز با قدرت عضلات اکستانسور پشت و حس وضعیت مفصل به دست آمد. این مطالعه بیان می‌کند

تغییرات پوسچرال ناشی از افزایش سن، به‌خصوص در صفحه سائیتال، به‌شدت توانایی‌های عملکردی افراد مسن را متأثر می‌کند [۱]. شروع این تغییرات بین دهه‌های چهارم و پنجم زندگی است و بعد از ۶۰ سالگی با شیب تندتری ادامه می‌یابد [۲]. یک تغییر پوسچرال بسیار شایع در سالمندان، افزایش کیفوز توراسیک است. انحنای طبیعی ناحیه توراسیک در افراد جوان، بین ۲۰ تا ۴۰ درجه است. در مطالعات تاکنون معیار قابل‌قبولی برای جدا کردن هایپرکیفوز از کیفوز طبیعی گزارش نشده است، اما اغلب درجه کیفوز بالای ۴۰ درجه را به‌عنوان تعریف هایپرکیفوز در نظر می‌گیرند [۳]. از سوی دیگر هایپرکیفوز ناشی از افزایش سن به‌طور اولیه زنان مسن را مبتلا می‌کند، اما در مردان مسن نیز شیوع ۱۵ تا ۴۰ درصد گزارش شده است [۱]. افراد سالمند مبتلا به هایپرکیفوز، اختلالات عملکرد فیزیکی متعددی، شامل کاهش سرعت راه رفتن، کاهش سرعت بالا و پایین رفتن از پله‌ها، دشواری در رساندن دست به اجسام [۵] و تعادل ضعیف دارند [۶]. با افزایش کیفوز به ۵۰ درجه، خطر سقوط و شکستگی‌ها افزایش می‌یابد [۷]. علاوه بر این، هایپرکیفوز با کاهش ظرفیت حیاتی ریوی مرتبط است که تأثیر بیشتری بر افت عملکرد فیزیکی می‌گذارد [۸].

در دیدگاه اولیه، هایپرکیفوز را معادل اوستئوپروز و شکستگی‌های مهره‌ای می‌دانستند [۹]. اما در طی دهه‌های اخیر مطالعات گزارش کرده‌اند حدود ۶۰ درصد افراد مبتلا به درجات شدید کیفوز، علائم رادیوگرافی از حالت گوه‌ای شکل^۱ مهره و شکستگی مهره‌ای نشان نداده‌اند [۱۰، ۱۱]. برای سلامت و حفظ یکپارچگی^۲ ستون فقرات عملکرد عضلات اکستانسور پشت اهمیت دارد. وجود ارتباط معنادار بین قدرت عضلات پشت و درجه کیفوز توراسیک در اکثر مطالعات پیشین تأیید شده است [۱۲-۱۴]. همچنین تأثیر مثبت رژیم‌های تمرینی (تقویت عضلات اکستانسور پشت) بر کاهش درجه کیفوز در افراد مسن مبتلا به هایپرکیفوز گزارش شده است [۱۵]. فعالیت طولانی‌مدت عضلات اکستانسور پشت در طول شبانه‌روز، در حفظ پوسچر مناسب و در طی بسیاری از فعالیت‌ها، نشان‌دهنده اهمیت جنبه دیگر عملکرد این عضلات یعنی تحمل (استقامت)، برای کنترل حرکات و حفظ ثبات ستون فقرات است [۱۶، ۱۷]. در مقایسه با پوسچر صاف، پوسچرهای نامناسب، مانند نشستن در حالت قوز کرده، با فعالیت کمتر عضلات اکستانسور پشت همراه است [۱۸] که ممکن است منجر به اختلال در ظرفیت انتقال اکسیژن عضله و در نهایت درد و آسیب شود [۱۹].

در مطالعات قبلی، رابطه بین پوسچر و تحمل عضلات تنه

بین افزایش کیفیت با کاهش تراکم توده استخوان، کاهش قدرت عضلات اکستانسور و اختلال حس وضعیت مفصل ارتباط معنادار وجود دارد [۱۷].

این نتایج در مطالعه دیگری نیز تأیید شد که طبق آن، خطای بازسازی نیروی عضلات پشت در افراد مسن مبتلا به هایپرکیفوز توراسیک، در مقایسه با گروه کنترل بیشتر بود [۲۴]. علاوه بر این باتوجه به اینکه دوک‌های عضلانی به تغییرات طول عضله حساس هستند؛ افزایش طول عضلات پشت به دنبال خم ماندن طولانی مدت تنه به سمت جلو، ممکن است منجر به اختلال در عملکرد گیرنده‌های مکانیکی شود [۲۷]. از آنجایی که حس عمقی یک عنصر اساسی در کنترل حسی حرکتی است و نقش مهمی در کنترل پوسچر و حرکات ایفا می‌کند، هرگونه نقص در حس عمقی، بر کاهش توانایی حفظ وضعیت طبیعی ستون فقرات مؤثر است [۱۷]. با کاهش حس عمقی به دنبال افزایش سن، بیومکانیک مفاصل و کنترل عصبی عضلانی اندام‌ها دچار اختلال شده و در نتیجه باعث کاهش تعادل و افزایش ریسک افتادن می‌شود [۲۸]. بنابراین حس عمقی و زیرشاخه‌های آن اهمیت بسیاری در حفظ پوسچر مناسب در سالمندان دارد، ولی با وجود این تاکنون مطالعه‌ای به بررسی ارتباط بین حس نیرو و درجه کیفوز توراسیک در مردان مسن مبتلا به هایپرکیفوز نپرداخته است.

علی‌رغم مطالعات فراوان در زمینه پوسچر هایپرکیفوز، هنوز سؤالات متعددی در مورد علت‌شناسی آن مطرح است که نیازمند تحقیقات بیشتر در این زمینه است. همان‌طور که ذکر شد، در زمینه ارتباط بین عوامل مورفولوژی ستون فقرات و جنبه‌های مختلف عملکرد عضلات پشت، به‌ویژه در مردان مسن به حد کافی مطالعه انجام نشده است. بنابراین هدف مطالعه حاضر، مقایسه قدرت، تحمل عضلات اکستانسور پشت و توانایی بازسازی حس نیرو در مردان مسن با و بدون پوسچر هایپرکیفوز بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش یک مطالعه پروتکل از یک مطالعه مقطعی تحلیلی بر روی مردان مسن ۶۰ تا ۸۰ ساله است. افراد با استفاده از روش‌های مختلف، از جمله مراجعه و نصب اطلاعاتی در مراکز درمانی، ورزشی و تفریحی گردآوری می‌شوند. افراد واجد معیارهای ورود و فاقد معیارهای خروج، در ۲ گروه مبتلا و کنترل جای گرفته و سپس مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. روش نمونه‌گیری، نمونه‌گیری غیرتصادفی دردسترس بود. معیارهای ورود شامل، استقلال عملکردی توانایی نشستن، ایستادن و راه رفتن بدون کمک و نیاز به یک وسیله کمکی بود [۲۲، ۲۴]. معیارهای خروج: شرکت منظم در فعالیت‌های ورزشی حداقل از ۱ سال قبل از زمان شروع مطالعه (با فرکانس حداقل ۳ روز در هفته، حداقل ۳۰ دقیقه در روز)، داشتن پوسچر هایپرکیفوز از دوران کودکی، درد بخش فوقانی یا تحتانی پشت در زمان ارزیابی،

سابقه درد بخش فوقانی یا تحتانی پشت در طی ۱ سال اخیر که نیازمند مداخلات پزشکی (دارودرمانی، استراحت، جراحی و یا استفاده از ارتز) باشد، سابقه شکستگی یا جراحی ستون فقرات یا اندام تحتانی طی ۱ سال اخیر، سابقه سل، سابقه ضربه شدید به ستون فقرات، بدخیمی‌های ستون فقرات و یا شیمی‌درمانی، بیماری‌های قلبی عروقی و ریوی شدید، روماتولوژی، بیماری‌های بافت همبند و هرگونه آسیب عصبی و عضلانی اثرگذار روی عملکرد حسی و حرکتی، ناهنجاری‌های ستون فقرات مثل اسکولیوز، کاهش حس شنوایی و بینایی (اصلاح‌نشده)، مصرف داروهای اثرگذار روی سیستم عصبی مرکزی و محیطی، تعادل و قدرت عضلات، عدم تمایل فرد برای ادامه مطالعه و متوجه نشدن دستورات فرد آزمونگر [۱۲، ۲۲، ۲۴].

برای تعیین حجم نمونه در هر گروه باتوجه به کمی بودن متغیرهای وابسته تحقیق و وجود ۲ گروه مستقل، از **فرمول شماره ۱** استفاده شد. با فرض خطای نوع اول آزمون $\alpha=0.05$ و خطای نوع دوم آزمون $\beta=0.2$ (یعنی توان آزمون ۸۰ درصد) و استخراج مقادیر میانگین $\mu_1=52.4$ و $\mu_2=99.6$ و انحراف معیار $\sigma_1=35.6$ و $\sigma_2=90.7$ برای متغیر تحمل عضلات اکستانسور پشت، از مقاله کشاورزی و همکاران [۲۴]، تعداد نمونه در هر گروه ۳۵ و در کل ۷۰ برآورد شد.

1.

$$n = \left\lceil \frac{\left(z_{1-\alpha/2} + z_{1-\beta} \right)^2 (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{(\mu_1 - \mu_2)^2} \right\rceil$$

روش و مراحل انجام مطالعه

این طرح در بهار و تابستان ۱۴۰۴ و در دانشکده علوم توانبخشی **دانشگاه علوم پزشکی اصفهان** انجام شد. بعد از تصویب افراد داوطلب از طریق نصب اطلاعاتی در مکان‌های مختلف درمانی، تفریحی و ورزشی شناسایی شدند به دانشکده علوم توانبخشی **دانشگاه علوم پزشکی اصفهان** مراجعه کردند. سپس آزمونگر برای افراد داوطلب مراحل انجام مطالعه را توضیح داد. در صورت موافقت این افراد، آزمونگر به بررسی معیارهای ورود و خروج مطالعه پرداخت. از مردانی که موافقت خود را جهت همکاری اعلام می‌کنند درخواست شد بین ساعات ۹ تا ۱۱ صبح در کلینیک فیزیوتراپی دانشکده علوم توانبخشی **دانشگاه علوم پزشکی اصفهان** حضور داشته باشند و فرم رضایت‌نامه که به تصویب کمیته اخلاق **دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی** رسیده است را تکمیل کنند.

اندازه‌گیری انحنای کیفوز توراسیک

بعد از یافتن نمونه‌ها، به‌منظور بررسی انحنای کیفوز توراسیک

و گروه‌بندی افراد شرکت‌کننده، از خط‌کش منعطف استفاده شد. طبق نتایج مطالعات، تکرارپذیری روش خط‌کش منعطف، بسیار بالا است؛ بنابراین یک روش مناسب و قابل قبول برای اندازه‌گیری انحنای توراسیک محسوب می‌شود [۲۹،۳۰]. ابتدا فرد می‌بایست گان بپوشد و در وضعیت عادی بایستد. آزمونگر زائده خاری مهره هفتم گردنی و شروع مهره اول ساکروم را لمس می‌کند و علامت می‌زند. خط‌کش منعطف را بر روی سطح پوست بین مهره هفتم گردن و مهره اول ساکروم قرار و فشار می‌دهد تا شکل قوس ستون مهره‌ها را به خود بگیرد. سپس خط‌کش که فرم ستون فقرات را به خود گرفته با احتیاط روی کاغذ گذاشته می‌شود و آزمونگر تصویر انحناها را رسم می‌کند. طبق **تصویر شماره ۱**، یک خط صاف بین ۲ نقطه C7 و S1 ترسیم می‌شود. نقطه‌ای که خط منحنی و خط صاف یکدیگر را قطع می‌کنند، محل اتصال ناحیه توراسیک به ناحیه لومبار را نشان می‌دهد. سپس حداکثر عرض و طول منحنی توراسیک برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری می‌شود و برای محاسبه شاخص کیفوز از **فرمول شماره ۲** استفاده می‌شود و مقادیر بالاتر این شاخص، نشان‌دهنده شدت بیشتر کیفوز توراسیک است [۳۱].

۲.

شاخص کیفوز^۵ = پهنای ناحیه توراسیک^۶ تقسیم بر طول ناحیه توراسیک^۷ $100 \times$

برای کاهش خطای اندازه‌گیری و اطمینان از نتیجه، اندازه‌گیری ۳ بار پشت سر هم انجام شد و میانگین آن به‌عنوان شاخص نهایی تعیین شد. افرادی که مقدار شاخص در آن‌ها بیشتر از ۱۳ باشد، در گروه مبتلا به هایپرکیفوز قرار گرفتند و افرادی که شاخص کیفوز در آن‌ها کمتر از ۱۳ است، وارد گروه کنترل شدند [۳۲].

ارزیابی عملکرد عضلات اکستانسور پشت

برای ارزیابی عملکرد عضلات اکستانسور پشت، از یک لودسل اس شکل (H3-C3-100kg- 3B-D55, Zemic, China) متصل به میله عمودی و در وضعیت نشسته استفاده شد (**تصویر شماره ۲**). این دستگاه به ترتیب تکرارپذیری بسیار بالایی برای اندازه‌گیری حداکثر نیروی ایزومتریک ($CCI > 0.95$) و تحمل اکستانسورهای تنه ($ICC > 0.80$) نشان داده است. همچنین وجود ارتباط بالا بین لود سل و نیروهای خارجی کالیبره‌شده، نشان‌دهنده اعتبار بالای این ابزار است ($r = 0.99$ ، $P < 0.01$) [۳۳].

در وضعیت نشسته

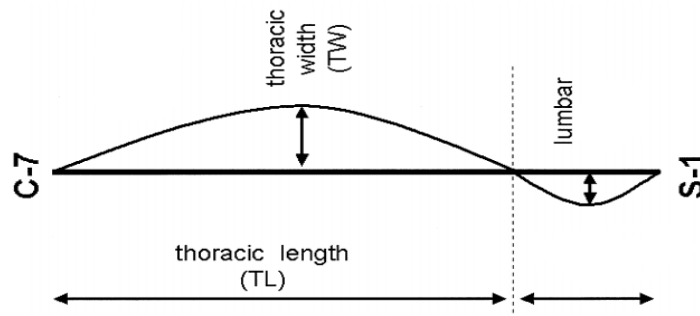
ابتدا به افراد آموزش داده می‌شود روی ۴ پایه به‌گونه‌ای

بنشینند که مفاصل هیپ و زانو ۹۰ درجه خم، ران‌ها موازی با افق و دست‌ها به شکل راحت روی ران‌ها قرار گیرد. هر فرد در وضعیت معمول خود مقابل لود سل قرار خواهد گرفت. یک استرپ روی شکم قرار می‌گیرد و به تکیه‌گاه پشتی بسته می‌شود. استرپ دیگری در بالاترین قسمت ران‌ها در سطح آسیس قرار گرفته و محکم بسته می‌شود. به‌نحوی که مانع از هرگونه حرکت عمودی یا رو به جلوی مفاصل ران در طی تست شود. آزمونگر لود سل را روی پایه عمودی جابه‌جا و با لبه فوقانی مانوبریوم در خط وسط تنظیم می‌کند. ۴ طناب محکم غیرمنعطف به قلاب لود سل بسته و سر دیگر به حلقه‌های جلیقه محکم می‌شوند. این طناب‌ها براساس قد فرد و فاصله فرد تا میله عمودی کوتاه می‌شوند که مانع هرگونه حرکت رو به عقب فرد شود [۲۲]. برای اندازه‌گیری قدرت عضلات پشت، پس از توضیح روند اندازه‌گیری از هر شرکت‌کننده خواسته می‌شود طی ۱ تا ۲ ثانیه تنه خود را به عقب بکشد و سعی کند با حداکثر نیرو، تنه را طی ۳ تا ۵ ثانیه به عقب کشیده و حفظ کند و بعد به آرامی طی ۱ تا ۲ ثانیه نیروی رو به عقب را رها کند. نیروی تولیدی توسط یک نمایشگر دیجیتال نمایان می‌شود (**تصویر شماره ۳**). به دنبال یک تریال تمرینی، ۳ بار حداکثر نیروی کششی ثبت می‌شود. بین تکرارها حدود ۶۰ ثانیه به افراد استراحت داده می‌شود. حداکثر نیروی به‌دست‌آمده به‌عنوان قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور پشت به کیلوگرم ثبت می‌شود [۱۱].

برای اندازه‌گیری تحمل عضلات، بعد از دادن نیم‌ساعت استراحت و اطمینان از عدم خستگی، فرد مجدد به همان وضعیت قبل روی ۴ پایه قرار گرفته و به دستگاه مشابه مرحله قبل وصل شد. هر فرد می‌بایست ۵۰ درصد حداکثر نیروی کششی ایجادشده خود را حفظ کند. هر زمان که این نیرو به کمتر از ۹۰ درصد پایه برسد، تست متوقف و زمان ثبت می‌شود. اندازه‌گیری ۳ بار با فواصل ۳۰ ثانیه تکرار و حداکثر زمان به‌عنوان تحمل استاتیک اکستانسورهای پشت، به ثانیه ثبت شد [۳۳].

برای ارزیابی حس نیروی عضلات اکستانسور پشت، وضعیت قرار گرفتن افراد دقیقاً مشابه حالات قبلی است. علاوه‌براین ۵۰ درصد حداکثر نیروی شرکت‌کنندگان (که در مرحله تعیین قدرت به دست می‌آید) به‌عنوان هدف برای بازسازی نیرو در نظر گرفته می‌شود. در ابتدا همراه با فیدبک بینایی، از افراد خواسته می‌شود ۵۰ درصد حداکثر نیروی خود را تولید کرده و آن را به مدت ۵ ثانیه نگه دارند، بر روی میزان نیروی اعمالی تمرکز کرده و آن را به خاطر بسپارند. سپس فیدبک بینایی برای ثبت داده‌ها حذف شده و از افراد خواسته می‌شود تا به همان میزان نیرو تولید کنند و زمانی که به نیروی هدف رسیدند به آزمونگر اطلاع دهند و انقباض را به مدت ۵ ثانیه حفظ کنند. در طی زمان بازسازی نیرو، هیچ راهنمایی و بازخورد کلامی ارائه نمی‌شود و محیط کاملاً ساکت است. بین کارآزمایی‌ها ۱ دقیقه استراحت

5. Index of kyphosis (IK)
6. Thoracic Width
7. Thoracic Length



طب توانبخش

تصویر ۱. اندازه‌گیری با خط کش و محاسبه شاخص کیفوز: C7: مهره هفتم گردنی، S1: ساکروم، TL: طول توراسیک، TW: پهنای توراسیک



طب توانبخش

تصویر ۲. دستگاه طراحی شده جهت اندازه‌گیری عملکرد عضلات اکستانسور پشت



طب توانبخش

تصویر ۳. وضعیت شرکت‌کننده جهت اندازه‌گیری قدرت عضلات اکستانسور پشت.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از فاطمه زهرا خمر برای کمک در اندازه‌گیری‌ها و جمع‌آوری داده‌ها تشکر می‌کنند.

داده می‌شود تا تأثیر خستگی عضلانی بر عملکرد شرکت کنندگان به حداقل برسد. حس نیرو با شاخص‌های خطای مطلق^۸ و خطای نسبی^۹ یا توصیف می‌شود. مقدار خطای مطلق ابتدا با محاسبه تفاوت مطلق بین بیشترین نیروی شرکت کنندگان در هر آزمایش و نیروی هدف از پیش تعیین شده و سپس مقادیر میانگین این انحرافات محاسبه شد. مقدار خطای نسبی نیز با محاسبه اختلاف حداکثر نیروی شرکت کنندگان در هر آزمایش و میانگین آن‌ها به دست می‌آید [۲۴].

آنالیز آماری

داده‌ها بعد از جمع‌آوری، در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ وارد شدند. سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. مقایسه متغیرهای عملکرد عضلات اکستانسور پشت بین ۲ گروه در صورت نرمال بودن توزیع متغیرها از طریق آزمون تی مستقل و در غیر این صورت از طریق آزمون من‌ویتنی انجام شد. جهت بررسی ارتباط بین کیفیت ایندکس با متغیرهای قدرت، تحمل عضلات اکستانسور و حس نیرو در صورت نرمال بودن توزیع متغیرها از ضریب همبستگی پیرسون و در غیر این صورت از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد. در صورت نیاز از تحلیل رگرسیون خطی چندگانه نیز استفاده شد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی (IR.SBMU.RETECH.REC.1402.006) دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آناهیتا وحدتی در گروه فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی است. و هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

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

8. Absolute Error (AE)

9. Variable Error (VE)

References

- [1] Takahashi T, Ishida K, Hirose D, Nagano Y, Okumiya K, Nishinaga M, et al. Trunk deformity is associated with a reduction in outdoor activities of daily living and life satisfaction in community-dwelling older people. *Osteoporosis International*. 2005; 16(3):273-9. [DOI:10.1007/s00198-004-1669-3] [PMID]
- [2] Kado DM, Huang MH, Karlamangla AS, Barrett-Connor E, Greendale GA. Hyperkyphotic posture predicts mortality in older community-dwelling men and women: A prospective study. *Journal of The American Geriatrics Society*. 2004; 52(10):1662-7. [DOI:10.1111/j.1532-5415.2004.52458.x] [PMID]
- [3] Fon GT, Pitt MJ, Thies AC Jr. Thoracic kyphosis: Range in normal subjects. *AJR. American journal of Roentgenology*. 1980; 134(5):979-83. [DOI:10.2214/ajr.134.5.979] [PMID]
- [4] Katzman W, Cawthon P, Hicks GE, Vittinghoff E, Shepherd J, Cauley JA, et al. Association of spinal muscle composition and prevalence of hyperkyphosis in healthy community-dwelling older men and women. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*. 2012; 67(2):191-5. [DOI:10.1093/gerona/glr160] [PMID]
- [5] Hirose D, Ishida K, Nagano Y, Takahashi T, Yamamoto H. Posture of the trunk in the sagittal plane is associated with gait in community-dwelling elderly population. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*. 2004; 19(1):57-63. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2003.08.005] [PMID]
- [6] Ishikawa Y, Miyakoshi N, Kasukawa Y, Hongo M, Shimada Y. Spinal curvature and postural balance in patients with osteoporosis. *Osteoporosis International*. 2009; 20(12):2049-53. [DOI:10.1007/s00198-009-0919-9] [PMID]
- [7] van der Jagt-Willems HC, de Groot MH, van Campen JP, Lamoth CJ, Lems WF. Associations between vertebral fractures, increased thoracic kyphosis, a flexed posture and falls in older adults: A prospective cohort study. *BMC Geriatrics*. 2015; 15:34. [DOI:10.1186/s12877-015-0018-z] [PMID]
- [8] Harrison RA, Siminoski K, Vethanayagam D, Majumdar SR. Osteoporosis-related kyphosis and impairments in pulmonary function: A systematic review. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2007; 22(3):447-57. [DOI:10.1359/jbmr.061202] [PMID]
- [9] Kado DM, Huang MH, Karlamangla AS, Cawthon P, Katzman W, Hillier TA, et al. Factors associated with kyphosis progression in older women: 15 years' experience in the study of osteoporotic fractures. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2013; 28(1):179-87. [DOI:10.1002/jbmr.1728] [PMID]
- [10] Schneider DL, von Mühlen D, Barrett-Connor E, Sartoris DJ. Kyphosis does not equal vertebral fractures: The Rancho Bernardo study. *The Journal of Rheumatology*. 2004; 31(4):747-52. [PMID]
- [11] Mika A, Unnithan VB, Mika P. Differences in thoracic kyphosis and in back muscle strength in women with bone loss due to osteoporosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005; 30(2):241-6. [DOI:10.1097/01.brs.0000150521.10071.df] [PMID]
- [12] Granito RN, Aveiro MC, Renno ACM, Oishi J, Driusso P. Comparison of thoracic kyphosis degree, trunk muscle strength and joint position sense among healthy and osteoporotic elderly women: A cross-sectional preliminary study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2012; 54(2):e199-202. [DOI:10.1016/j.archger.2011.05.012] [PMID]
- [13] Hirano K, Imagama S, Hasegawa Y, Wakao N, Muramoto A, Ishiguro N. Impact of back muscle strength and aging on locomotive syndrome in community living Japanese women. *Nagoya Journal of Medical Science*. 2013; 75(1-2):47-55. [PMID]
- [14] Sinaki M, Khosla S, Limburg PJ, Rogers J, Murtaugh P. Muscle strength in osteoporotic versus normal women. *Osteoporosis International*. 1993; 3(1):8-12. [DOI:10.1007/BF01623170] [PMID]
- [15] Bansal S, Katzman WB, Giangregorio LM. Exercise for improving age-related hyperkyphotic posture: A systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014; 95(1):129-40. [DOI:10.1016/j.apmr.2013.06.022] [PMID]
- [16] McIntosh G, Wilson L, Hall H. Trunk and lower extremity muscle endurance: Normative data for adults. *Journal of Rehabilitation Outcomes Measurement*. 1998; 2(4):20-38. [Link]
- [17] Suri P, Kiely DK, Leveille SG, Frontera WR, Bean JF. Increased trunk extension endurance is associated with meaningful improvement in balance among older adults with mobility problems. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2011; 92(7):1038-43. [DOI:10.1016/j.apmr.2010.12.044] [PMID]
- [18] O'Sullivan PB, Grahmslaw 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]
- [19] Callaghan JP, Dunk NM. Examination of the flexion relaxation phenomenon in erector spinae muscles during short duration slumped sitting. *Clinical Biomechanics*. 2002; 17(5):353-60. [DOI:10.1016/S0268-0033(02)00023-2] [PMID]
- [20] Dejanovic A, Cambridge ED, McGill S. Does spine posture affect isometric torso muscle endurance profiles in adolescent children? *Advances in Physical Education*. 2013; 3(03):111. [DOI:10.4236/ape.2013.33019]
- [21] O'Sullivan PB, Mitchell T, Bulich P, Waller R, Holte J. The relationship between posture and back muscle endurance in industrial workers with flexion-related low back pain. *Manual Therapy*. 2006; 11(4):264-71. [DOI:10.1016/j.math.2005.04.004] [PMID]
- [22] Roghani T, Khalkhali Zavieh M, Talebian S, Akbarzadeh Baghban A, Katzman W. Back Muscle function in older women with age-related hyperkyphosis: A comparative study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2019; 42(4):284-94. [DOI:10.1016/j.jmpt.2018.11.012] [PMID]
- [23] Kasukawa Y, Miyakoshi N, Hongo M, Ishikawa Y, Kudo D, Suzuki M, et al. Age-related changes in muscle strength and spinal kyphosis angles in an elderly Japanese population. *Clinical Interventions in Aging*. 2017; 12:413-20. [DOI:10.2147/CIA.S113352] [PMID]

- [24] Keshavarzi F, Azadinia F, Talebian S, Rasouli O. Impairments in trunk muscles performance and proprioception in older adults with hyperkyphosis. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy*. 2022; 30(4):249-57. [DOI:10.1080/10669817.2022.2034403] [PMID]
- [25] Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: The physiologic basis of functional joint stability. *Journal of Athletic Training*. 2002; 37(1):71-9. [PMID]
- [26] Taimela S, Kankaanpää M, Luoto S. The effect of lumbar fatigue on the ability to sense a change in lumbar position: A controlled study. *Spine*. 1999; 24(13):1322-7. [DOI:10.1097/00007632-199907010-00009] [PMID]
- [27] Dolan KJ, Green A. Lumbar spine reposition sense: The effect of a 'slouched' posture. *Manual Therapy*. 2006; 11(3):202-7. [DOI:10.1016/j.math.2006.03.003] [PMID]
- [28] Ferlinc A, Fabiani E, Velnar T, Gradisnik L. The importance and role of proprioception in the elderly: A short review. *Materia Socio-Medica*. 2019; 31(3):219-21. [DOI:10.5455/msm.2019.31.219-221] [PMID]
- [29] Yanagawa TL, Maitland ME, Burgess K, Young L, Hanley D. Assessment of thoracic kyphosis using the flexicurve for individuals with osteoporosis. *Hong Kong Physiotherapy Journal*. 2000; 18(2):53-7. [DOI:10.1016/S1013-7025(00)18004-2]
- [30] Teixeira F, Carvalho G. Reliability and validity of thoracic kyphosis measurements using flexicurve method. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2007; 11(3):199-204. [DOI:10.1590/S1413-35552007000300005] [PMID]
- [31] Milne JS, Lauder IJ. Age effects in kyphosis and lordosis in adults. *Annals of Human Biology*. 1974; 1(3):327-37. [DOI:10.1080/03014467400000351] [PMID]
- [32] Roghani T, Khalkhali Zavieh M, Rahimi A, Talebian S, Man-shadi FD, Akbarzadeh Baghban A, et al. The reliability and validity of a designed setup for the assessment of static back extensor force and endurance in older women with and without hyperkyphosis. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2018; 34(11):882-93. [DOI:10.1080/09593985.2018.1430878] [PMID]
- [33] Moreau CE, Green BN, Johnson CD, Moreau SR. Isometric back extension endurance tests: A review of the literature. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2001; 24(2):110-22. [DOI:10.1067/mmt.2001.112563] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank