



Association of Age, Gender, And Body Mass Index (BMI) with Lumbar Lordosis: An MRI-Based Study

Darioosh Bijan Nejad, Associate professor of Anatomy, Department of Anatomical Sciences, Faculty of Medicine, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

 **Yousef Asadi-Fard**, (*Corresponding author), Assistant professor of Anatomy, Department of Anatomy, School of Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran. usef.fard@yahoo.com

Abbas Heidari Moghadam, Assistant professor of Anatomy, Department of Anatomical Sciences, School of Medicine, Dezful University of Medical Sciences, Dezful, Iran.

Shahram Molavynejad, Community-Oriented Nursing Midwifery Research Center, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran.

Abstract

Background and aims: Low back pain is one of the most common musculoskeletal disorders, significantly affecting quality of life. Lumbar lordosis, as a contributing factor to low back pain, requires a thorough investigation of its associated determinants. This study aimed to examine the relationship between age, gender, and body mass index (BMI) with lumbar lordosis using magnetic resonance imaging (MRI).

Methods: In this cross-sectional study, 100 patients with low back pain (aged 22–64 years) who were referred to an imaging center were recruited through sequential sampling. Demographic data were obtained via questionnaires and medical records, and BMI was calculated based on standard protocols using measured weight and height. Using T1- and T2-weighted MRI scans, lumbar lordosis parameters—including lumbar lordosis angle, lumbar index, vertebral height, and depth—were measured. The sample size was determined based on previous similar MRI-based studies, and with 100 participants, the statistical power was considered sufficient to detect significant differences ($p < 0.05$). Data were analyzed using SPSS software, with a significance level set at $p < 0.05$.

Results: The mean lumbar lordosis angle was significantly higher in women (51.6°) compared to men (43.4°) ($p < 0.05$). Obesity was identified as an independent contributing factor to increased lumbar lordosis in both sexes. Participants who were overweight exhibited significantly greater lordosis than those with normal weight ($p < 0.05$). Furthermore, there was a significant positive correlation between age and lumbar lordosis in both genders ($p < 0.05$).

Conclusion: Gender, obesity, and age are key factors associated with increased lumbar lordosis. Weight management, especially in women, along with early screening in high-risk populations, may serve as effective preventive strategies. Future research should investigate occupational, lifestyle, and physical activity factors, as well as parity in women, as potential modifiers of lumbar curvature.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Keywords

Low back pain

Lumbar lordosis

MRI

Obesity

Received: 2025/05/5

Accepted: 2025/09/8

INTRODUCTION

Low back pain is one of the most common musculoskeletal disorders, affecting millions of people worldwide and posing a substantial burden on public health systems. It often leads to functional limitations, reduced work productivity, and diminished quality of life. Among the various anatomical and biomechanical factors implicated in the development of low back pain, lumbar lordosis, the inward curvature of the lumbar spine, has been frequently studied. Abnormalities in lumbar lordosis, whether in the form of hypo- or hyperlordosis, can alter spinal load distribution and contribute to mechanical stress on intervertebral discs and surrounding structures, thereby increasing the risk of pain and injury.

Traditional radiographic methods for assessing lordosis are limited by exposure to ionizing radiation, positioning errors, and lower reproducibility. MRI, in contrast, provides superior visualization of bony and soft tissue structures without radiation and allows for more precise measurement of sagittal parameters.

Given the complex interplay of anatomical, physiological, and demographic variables, identifying the determinants of lumbar lordosis is crucial for understanding individual predisposition to low back pain. Factors such as age, gender, and body mass index (BMI) are believed to influence the curvature of the lumbar spine, but existing evidence remains inconclusive and sometimes contradictory.

Therefore, this study aimed to investigate the relationship between age, gender, and BMI with lumbar lordosis using magnetic resonance imaging (MRI), which provides high-resolution, accurate visualization of spinal anatomy and curvature. Understanding these associations may contribute to improved diagnostic strategies and the development of targeted interventions for the prevention and management of low back pain.

METHODOLOGY

Study population

In this cross-sectional study, a total of 100 patients with low back pain **were referred** to the MRI imaging center. The participants ranged in age from 22 to 64 years and were selected using a sequential sampling method. This approach ensured that individuals who met the inclusion criteria were enrolled in the study consecutively as they presented at the imaging center, allowing for a diverse representation of patients experiencing low back pain.

Inclusion and exclusion criteria

Inclusion criteria consisted of adults with clinically confirmed low back pain who were referred for lumbar spine magnetic resonance imaging (MRI) as part of their diagnostic evaluation. Exclusion criteria

included a history of spinal surgery, known congenital spinal deformities, traumatic spinal injuries, or systemic diseases such as ankylosing spondylitis or rheumatoid arthritis that could independently affect spinal curvature. These conditions were diagnosed based on clinical records and prior imaging, where available.

Data collection

Demographic information, including age, gender, and occupation, was collected through structured questionnaires and supplemented by the patients' medical records when necessary. Although occupational and physical activity data were gathered, heterogeneity prevented their use in statistical modeling. In women, the number of pregnancies was recorded but not included in the analysis due to limited sample size.

To assess body composition, weight and height were measured using standard clinical procedures, and body mass index (BMI) was calculated by dividing weight in kilograms by the square of height in meters (kg/m^2). BMI was then categorized according to the World Health Organization (WHO) classifications: underweight (<18.5), normal weight (18.5–24.9), overweight (25–29.9), and obese (≥ 30). This allowed the researchers to examine variations in spinal curvature across different weight categories, which has been hypothesized to influence lumbar alignment due to increased axial loading and compensatory postural changes.

The primary imaging modality used for assessing lumbar lordosis and related anatomical parameters was magnetic resonance imaging (MRI), chosen for its high-resolution, non-invasive visualization of both bony and soft tissue structures. All MRI scans were performed using a standardized protocol, including both T1-weighted and T2-weighted sequences in the sagittal plane. Sagittal T1- and T2-weighted sequences were obtained (TR/TE parameters: T1: 400/8 ms; T2: 2800/120 ms; slice thickness, 4 mm; field of view, 25–30 cm). Positioning was standardized across all subjects to reduce variability.

These sequences provided detailed anatomical contrast necessary for accurate identification of vertebral body morphology and intervertebral disc spaces. The sagittal midline images were carefully selected for measurements to ensure consistency and anatomical accuracy. Images in which the spinous processes, spinal canal, and spinal cord were clearly visualized were considered mid-sagittal and included in the analysis. Several key parameters of lumbar lordosis were measured. MRI generates detailed spinal images by aligning hydrogen protons in a magnetic field and detecting radiofrequency signals emitted when the protons return to equilibrium. Differences

in tissue relaxation times (T1, T2) enable high-resolution visualization of vertebral bodies, discs, and soft tissues.

The lumbar lordosis angle was determined by drawing lines parallel to the superior endplate of the L1 vertebra and the superior endplate of the S1 vertebra and then calculating the angle formed between these lines. This angle is commonly used to quantify the curvature of the lumbar spine and is considered an important index in evaluating postural and spinal alignment abnormalities. In addition to the lordosis angle, the lumbar index was measured. This index is calculated as the ratio between the depth and length of the lumbar curve, providing a dimensionless measure of spinal curvature that can help normalize for individual anatomical variation.

Vertebral height and depth were also measured at each lumbar level (L1 to L5) to assess the shape and proportion of vertebral bodies, which may reflect degenerative changes, compression, or anatomical variability influencing spinal curvature. Vertebral height was defined as the vertical distance from the superior to the inferior border of a vertebral body in the mid-sagittal plane, while vertebral depth was measured as the anterior-posterior length of the vertebral body. These measurements allowed for calculation of the vertebral height-to-depth ratio, a parameter that has been associated with biomechanical stability and spinal loading patterns.

All imaging measurements were performed by an experienced radiologist who was blinded to the participants' demographic and clinical data to minimize measurement bias. Intra-observer reliability was ensured by repeating a subset of measurements after a one-week interval, yielding high correlation coefficients and indicating consistency in measurement techniques.

Statistical analysis

Data were analyzed using SPSS version 22. Descriptive statistics were calculated. Associations were tested using Pearson correlation, t-tests, and one-way ANOVA with Tukey's post-hoc test. Significance was set at $p < 0.05$.

Sample size justification: with 100 participants, the study had $>80\%$ power to detect differences of $\geq 5^\circ$ in LLA between subgroups. The findings from this study aim to contribute to a better understanding of the biomechanical and anatomical factors underlying lumbar lordosis and its clinical implications in the context of musculoskeletal pain.

RESULTS

The measured lumbar lordosis angle (LLA) ranged between 32° and 60° , with a significantly higher mean in females (51.6°) compared to males (43.4°) ($p <$

0.05). LLA increased significantly with age in both sexes ($p < 0.05$). Vertebral height (LH) was greater in males (161.4 mm) than in females (154.3 mm) ($p < 0.05$), but it decreased significantly with age across both sexes ($p < 0.05$). Vertebral depth (LB) was higher in females (46.44 mm) than in males (44.1 mm) ($p < 0.05$). The calculated lumbar index (LI) showed a statistically significant difference between males (27.45) and females (29.61) ($p < 0.05$).

LLA increased with body weight in both sexes, but this increase was statistically significant only in females ($p < 0.05$). LH decreased significantly with increased body weight in both sexes, with the reduction more pronounced in females (153 ± 5.5 mm) than in males (164 ± 6.3 mm) ($p < 0.05$). While LLA did not significantly vary with height, LH increased with height in both sexes, with a greater increase observed in males (168 ± 6.6 mm) than in females (151 ± 5.1 mm) ($p < 0.05$). LB increased with weight in both sexes ($p < 0.05$), and LI also showed a significant positive correlation with weight ($p < 0.05$), although no significant association with height was found.

Anterior and Posterior Vertebral Dimensions

Anterior vertebral height increased from L1 to L5 in both sexes. In males, it rose from 27.13 mm at L1 to 31.18 mm at L5; in females, from 25.24 mm to 29.22 mm. Posterior vertebral height decreased gradually from L1 (28.24 mm in males, 24.3 mm in females) to L5 (26.36 mm in males, 23.1 mm in females). In males, L1 exhibited a wedge index (WI) less than 100, indicating a kyphotic segment, while L2-L5 were lordotic. In females, all lumbar vertebrae (L1-L5) had WI values consistent with lordotic morphology. Significant differences were found between anterior and posterior vertebral heights ($p < 0.05$). The deepest lordotic angle was located at L4 in males and at L3 in females. Posterior vertebral height declined significantly with increasing weight in both sexes, more notably in females ($p < 0.05$).

DISCUSSION

The human spine naturally exhibits curvatures in the sagittal plane, which are essential for optimal biomechanical performance, flexibility, and shock absorption. Among these curvatures, lumbar lordosis refers to the anterior convexity of the lumbar region and plays a pivotal role in maintaining posture and distributing mechanical loads. This curvature primarily arises from the anatomical structure of the vertebral bodies and intervertebral discs. Despite its clinical significance, especially in the evaluation of postural abnormalities, the measurement methods for lumbar lordosis remain a subject of debate.

In the present study, the lumbar lordosis angle

(LLA) was measured using magnetic resonance imaging (MRI) and Cobb's method, which offers higher precision, eliminates exposure to ionizing radiation, and provides greater reproducibility compared to conventional radiographic and computed tomography techniques. The LLA observed in this study ranged from 32° to 60°, which aligns with the MRI-based findings of Abdelmonem *et al.*, who reported a range of 30° to 67°. However, some radiographic studies have reported wider ranges, from 31° to 88°, potentially due to variations in patient positioning (standing for radiographs versus supine for MRI) and differing measurement protocols. Notably, the present study revealed that the mean LLA was significantly greater in females (51.6°) compared to males (43.4°).

This sex-related difference may be attributed to anatomical factors such as a broader pelvic structure, a lower center of gravity, and relatively weaker core musculature in females. Supporting this, previous research by Song *et al.* reported increased lumbar curvature in pregnant women due to hormonal changes, abdominal weight gain, and muscle laxity. Moreover, Nourbakhsh *et al.* found that both the number of pregnancies and the progression of gestation correlated with increased LLA, likely as a compensatory mechanism to maintain postural stability. The study also demonstrated a significant positive correlation between BMI and LLA, a finding consistent with Song *et al.*, who suggested that obesity shifts the center of gravity anteriorly, leading to compensatory hyperlordosis. Excess body weight may also increase compressive forces on the lumbar spine and, in conjunction with weakened abdominal muscles, contribute to a pathological increase in lumbar curvature.

Age was another important factor, with LLA increasing significantly in both sexes as age advanced. This trend may be explained by age-related degeneration of intervertebral discs, posterior vertebral height reduction, and atrophy of the paraspinal muscles. Nevertheless, while some studies, such as those by Kang *et al.*, found no significant association between age and lordosis, others, including Oyakhire *et al.*, confirmed this relationship using upright radiographic imaging. Such discrepancies may be attributed to differences in imaging modalities or population characteristics. Interestingly, although stature was significantly associated with lumbar vertebral height (LH), no meaningful correlation was observed between height and LLA, indicating that a longer spine does not necessarily entail a greater curvature.

Anatomically, anterior vertebral height consistently exceeded posterior height across lumbar levels, forming lordotic segments. This was more pronounced in females, potentially due to higher

mechanical loads and weaker muscular support. Males exhibited greater vertebral height, while vertebral depth (LB) and lumbar index (LI) were higher in females, highlighting structural sex differences. Overall, MRI-based analysis confirmed significant associations between LLA and variables such as sex, age, BMI, and vertebral morphology. These findings offer valuable reference data for defining normal and pathological ranges of lumbar curvature and may aid in orthopedic planning.

Compared with radiography, MRI provides superior reliability for spinal curvature measurements because it avoids projectional distortion and radiation exposure. However, supine positioning in MRI may underestimate standing curvature, which is a limitation. Although parity in women, occupation type, and physical activity levels were collected, they were not statistically modeled due to heterogeneity and small subgroup sizes. These variables may represent important modifiers of lumbar curvature and should be considered in future studies.

Limitations

1. Cross-sectional design prevents causal inference.
2. Supine MRI positioning may underestimate physiologic lumbar lordosis compared to upright posture.
3. Occupational and lifestyle factors were not fully accounted for.
4. Relatively small sample size limits subgroup analyses (e.g., pregnancy history).

Future studies should explore the impact of occupational stressors and prolonged postural habits on lumbar lordosis development.

CONCLUSION

Lumbar lordosis parameters demonstrate significant variations according to sex, age, and body composition. Women exhibited greater lordosis angles and lumbar indices, while men had greater vertebral height. Weight and age were key modifiers of vertebral morphology. Despite methodological strengths, the study was limited by the lack of power analysis-based sampling, unmeasured confounders, and the use of supine MRI. These findings provide valuable normative MRI-based data for lumbar spine assessments in individuals with low back pain.

ACKNOWLEDGMENT

Ahvaz Jundishapur University Student Research Committee supported this study (Grant No. 97s48).

CONFLICT OF INTEREST

The authors have no conflict of interest to declare.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Yousef Asadi-Fard: Study design, data collection,

manuscript revision, and editing

Darioush Bijan Nejad: Supervision, manuscript editing

Shahram Molavynejad: Data analysis, manuscript writing

Abbas Heidari Moghaddam: Data collection and analysis

OPEN ACCESS

©2025 The author(s). This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third-party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material

is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this license, visit: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ETHICAL CONSIDERATION

This study was approved by the Ethics Committee of Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences (IR.AJUMS.REC.1397.920). Written informed consent was obtained from all participants prior to enrollment. Ethical safeguards included anonymization of patient data and the assurance that participation did not alter their diagnostic or therapeutic pathway.

CODE OF ETHICS

The study was approved in the Ethics Committee of the Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences with the code IR.AJUMS.REC.1397.920.

How to cite this article:

Darioush Bijan Nejad, Yousef Asadi-Fard, Abbas Heidari Moghadam, Shahram Molavynejad. Association of Age, Gender, And Body Mass Index (Bmi) with Lumbar Lordosis: An Mri-Based Study. Iran Occupational Health. 2025 (01 Nov);22:20.

*This work is published under CC BY-NC 4.0 licence





ارتباط سن، جنس و شاخص توده بدنی (BMI) با لوردوز کمری: یک مطالعه MRI

داریوش بیژن نژاد: دانشیار آناتومی، گروه علوم تشریحی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

یوسف اسدی فرد: (نویسنده مسئول) استادیار آناتومی، گروه آناتومی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران. usef.fard@yahoo.com

عباس جیدری مقدم: استادیار آناتومی، گروه علوم تشریحی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی دزفول، دزفول، ایران.

شهرام مولوی نژاد: مرکز تحقیقات پرستاری مامایی جامعه نگر، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران.

چکیده

کلیدواژه‌ها

کمر درد

لوردوز کمری

MRI

چاقی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۱۷

زمینه و هدف: کمردرد از شایع ترین اختلالات اسکلتی-عضلانی است که بر کیفیت زندگی تأثیر می‌گذارد. لوردوز کمری به عنوان توده بدنی (BMI) با لوردوز کمری با استفاده از تصویربرداری تشخیصی مغناطیسی (MRI) انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه مقطعی با روش نمونه گیری متوالی روی ۱۰۰ بیمار مبتلا به کمردرد (۲۲ تا ۶۴ سال) که به مرکز تصویربرداری مراجعه کرده بودند، انجام شد. داده‌های دموگرافیک از پرسشنامه و پرونده پزشکی استخراج و BMI از طریق وزن و قد طبق پرتوکل استاندارد محاسبه شد. با استفاده از تصاویر MRI وزن T₁ و T₂، پارامترهای مربوط به لوردوز کمری از جمله زاویه لوردوز، شاخص لوردوز، ارتفاع و عمق مهره‌ها اندازه‌گیری شد. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS و سطح معناداری ۰,۰۵ تحلیل شدند.

یافته‌ها: میانگین زاویه لوردوز در زنان (۶۱,۶ درجه) به طور معناداری بیشتر از مردان (۴۳,۴ درجه) بود ($p < 0,05$). چاقی در هر دو جنس عامل مؤثر مستقل در افزایش لوردوز شناخته شد. همچنین، افراد دارای اضافه وزن نسبت به وزن طبیعی، لوردوز بیشتری داشتند ($p < 0,05$). افزایش سن نیز با افزایش معنادار لوردوز همراه بود.

نتیجه گیری: جنسیت، چاقی و سن از عوامل مؤثر بر افزایش لوردوز کمری هستند. کاهش وزن بهویژه در زنان و غربالگری زود هنگام در افراد پرخطر می‌تواند به پیشگیری از مشکلات آتی کمک کند.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت کننده: این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی با شماره ۹۷۸۴۱ و کد اخلاقی IR.AJUMS. REC (۱۳۹۷, ۹۲۰) می‌باشد و به وسیله کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز حمایت شده است..

شیوه استناد به این مقاله:

Darioush Bijan Nejad, Yousef Asadi-Fard, Abbas Heidari Moghadam, Shahram Molavynejad. Association of Age, Gender, And Body Mass Index (Bmi) with Lumbar Lordosis: An Mri-Based Study. Iran Occupational Health. 2025 (01 Nov);22:20.

* انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) صورت گرفته است

در دهه‌های اخیر، تصویربرداری تشديد مغناطيسی (MRI) به عنوان یک ابزار غیرتهاجمی و دقیق برای بررسی ساختارهای بافت نرم از جمله دیسکهای بین‌مهره‌ای، لیگامان‌ها و انحنای ستون فقرات مورد توجه قرار گرفته است. برخلاف روش‌های سنتی مانند رادیوگرافی، MRI بدون مواجهه با اشعه یونیزان امکان اندازه‌گیری زاویه لوردوز را با دقت بالاتری فراهم می‌آورد. با این حال، استفاده از MRI برای ارزیابی لوردوز کمری و بررسی تأثیر متغیرهای دموگرافیک بر آن هنوز در مطالعات محدودی مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به خلاهای مطالعاتی موجود در زمینه بررسی هم‌زمان تأثیر سن، جنس و BMI بر میزان لوردوز کمری با استفاده از MRI، مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی این ارتباطات طراحی شده است. نتایج این پژوهش می‌تواند درک دقیق‌تری از فاکتورهای موثر بر ساختار ستون فقرات فراهم کرده و به راهکارهای پیشگیرانه و درمانی در مدیریت کمردرد کمک کند.

روش بررسی

این مطالعه به صورت توصیفی-تحلیلی و مقطعی (cross-sectional) در سال ۱۳۹۸ بر روی ۱۰۰ بیمار مبتلا به کمردرد مزمن (شامل ۵۳ مرد و ۴۷ زن) در بازه سنی ۲۲ تا ۶۴ سال، در مرکز تصویربرداری MRI بیمارستان گلستان اهواز انجام شد. انتخاب بیماران به روش نمونه‌گیری در دسترس، از میان مراجعان به بخش تصویربرداری که به دلیل کمردرد مزمن مراجعت کرده بودند، صورت گرفت. بیمارانی وارد مطالعه شدند که به صورت خوداظهاری از کمردرد با طول مدت بیش از ۱۲ هفته (مطابق تعریف کمردرد مزمن در منابع استاندارد بالینی) شکایت داشتند. معیار خروج از مطالعه شامل سابقه جراحی ستون فقرات، بدشکلی‌های مادرزادی یا اکتسابی مهره‌ها، شکستگی کمری، فتق دیسک تاییدشده و بیماری‌های نورولوژیک بود. پس از اخذ رضایت‌نامه کتبی و ثبت شرح حال اولیه، داده‌های مربوط به سن، جنس، قد و وزن بیماران ثبت شد. شاخص توده بدنی (BMI) برای هر بیمار محاسبه گردید و افراد بر اساس مقادیر استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) به چهار گروه طبقه‌بندی شدند: لاغر (18.5 - 18.5)، نرمال (18.5 - 24.9)، دارای اضافه وزن (25 - 29.9) و چاق (≥ 30). اطلاعات مربوط به شغل و سطح فعالیت فیزیکی بیماران جمع‌آوری شد، ولی به دلیل ناهمگونی و عدم قابلیت طبقه‌بندی استاندارد، در تحلیل آماری لحاظ نگردید.

مقدمه

کمردرد یکی از شایع‌ترین علل ناتوانی و مراجعات بالینی در سراسر جهان است که بیش از ۷۰ درصد افراد جامعه را در طول زندگی تحت تأثیر قرار می‌دهد. این عارضه نه تنها با کیفیت زندگی افراد تداخل دارد، بلکه با اقتصادی قابل توجهی را بر نظامهای سلامت تحمیل می‌کند و نرخ بالایی از عود مجدد رانیز نشان می‌دهد (۱). در این میان، ساختارهای آناتومیکی ستون فقرات بهویژه لوردوز کمری نقش مهمی در حفظ پایداری، توزیع وزن و عملکرد مناسب تنه دارند. لوردوز کمری که به عنوان انحنای طبیعی ناحیه کمری ستون فقرات شناخته می‌شود، در معرض تغییرات ساختاری و عملکردی ناشی از فاکتورهای مختلف از جمله وضعیت عضلات، ساختار اسکلتی و عوامل مکانیکی قرار دارد (۲،۳). تغییر در میزان این انحناء، چه به صورت افزایش یا کاهش، می‌تواند با افزایش فشار بر دیسکهای بین‌مهره‌ای، مفاصل فاست، لیگامان‌ها و اعصاب نخاعی همراه باشد که در نهایت منجر به درد و اختلالات عملکردی می‌گردد (۴-۷).

عوامل متعددی در تغییر میزان لوردوز کمری نقش دارند که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به شاخص توده بدنی (BMI)، سن و جنس اشاره کرد (۸). چاقی، به عنوان یکی از مهم‌ترین عضلات بهداشت عمومی، با اختلالات اسکلتی-عضلانی از جمله تغییرات انحنای ستون فقرات و بروز استئوآرتیت مرتبه است. افزایش وزن باعث اعمال نیروی بیش‌از‌حد بر ساختارهای کمری شده و ممکن است به افزایش لوردوز کمری و دردهای ناشی از آن منجر شود (۹،۱۰). از سوی دیگر، تفاوت‌های آناتومیکی و فیزیولوژیکی بین زنان و مردان نیز می‌تواند بر میزان انحنای کمری اثرگذار باشد. زنان به‌طور میانگین دارای لگن پهن‌تر، طول ستون فقرات کوتاه‌تر و قدرت عضلانی کمتری نسبت به مردان هستند، و همچنین در دوران بارداری فشار بیشتری را بر ناحیه کمری تجربه می‌کنند که این عوامل می‌توانند به افزایش لوردوز در این گروه منجر شوند (۱۱،۱۲). با افزایش سن نیز تغییراتی در ساختارهای اسکلتی-عضلانی رخ می‌دهد که می‌تواند بر زاویه‌ی لوردوز تأثیرگذار باشد. اگرچه برخی مطالعات به ارتباط مستقیم بین افزایش سن و افزایش لوردوز اشاره دارند، اما برخی دیگر چنین رابطه‌ای را تأیید نمی‌کنند (۱۳،۱۴). علاوه بر این، نقش قد به عنوان یک فاکتور مؤثر در بروز کمردرد و تغییرات لوردوز نیز در مطالعات مختلف مورد بررسی قرار گرفته، هرچند نتایج متناقضی در این زمینه گزارش شده است (۱۵).

T2 انجام گرفت. برای تحلیل آماری، میانگین مقادیر حاصل از هر دو نوع تصویر محاسبه و استفاده شد. پارامترهای مورد بررسی شامل موارد زیر بودند: زاویه لوردوز کمری (Lumbar Lordosis Angle) (ارتفاع و عمق اندکی کمری (Lumbar Height & Lumbar Breadth) (Lumbar Height & Lumbar Breadth) ارتفاع قدامی و خلفی مهره‌های کمری (Anterior and Posterior Vertebral Heights) زاویه لوردوز کمری با استفاده از روش اصلاح شده کوب (Modified Cobb's) (Method) اندازه‌گیری شد (۱۷). در این روش، زاویه بین خط مماس بر سطح فوقانی مهره اول کمری (L1) و خط مماس بر سطح فوقانی مهره اول خاجی (S1) به عنوان شاخص اندکی کمری در نظر گرفته شد. همچنین برای تعیین میزان تحدب اندکی کمری، ارتفاع (Height) به عنوان فاصله عمودی بین قله اندکی و خط (Lumbar Breadth) مستقیم بین L1 و S1، و عمق (Depth) به عنوان فاصله افقی بین همان دو نقطه ثبت گردید (شکل ۱). علاوه بر این، ارتفاع قدامی و خلفی هر یک از مهره‌های کمری به صورت جداگانه اندازه‌گیری شد (شکل ۲) و بر اساس این داده‌ها، شاخص لوردوز کمری (Lumbar Lordosis Index; LI) با استفاده از فرمول استاندارد محاسبه گردید (جدول ۱).

$$LI (Lordosis Index) = LB/LH \times 100$$

اندازه‌گیری‌های مربوط به هر کدام از مهره‌های کمری (Wedge Index) به صورت زیر محاسبه شدند.

$$Lumbar vertebral index = AL/PL \times 100$$

جسم مهره‌ای که WI بالاتر از ۱۰۰ داشته باشد یک سگمان لوردوتیک در نظر گرفته می‌شود و در صورتی که کمتر از ۱۰۰ باشد به عنوان سگمان کیفوزیس در نظر گرفته شد و در صورتی که برابر با ۱۰۰ باشد به عنوان یک سگمان خنثی (مربعی) در نظر گرفته شد.

تحلیل آماری

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ مورد تحلیل قرار گرفتند. برای بررسی تفاوت زاویه لوردوز بین گروه‌های مختلف BMI، جنس و سن از t-test مستقل و تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده شد. در صورت وجود تفاوت معنی‌دار در آزمون ANOVA، آزمون تعییبی Tukey به کار رفت. سطح معنی‌داری برای تمام آزمون‌ها کمتر از ۰,۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

تعداد بیماران مورد مطالعه ۱۰۰ نفر شامل ۵۳ مرد و

همچنین، در زنان اطلاعات مربوط به تعداد زایمان‌ها ثبت شد، اما با توجه به حجم نمونه محدود، این متغیر به عنوان عامل مخدوش‌کننده توصیف شده و در تحلیل آماری کنترل نشد.

MRI پرتوکل

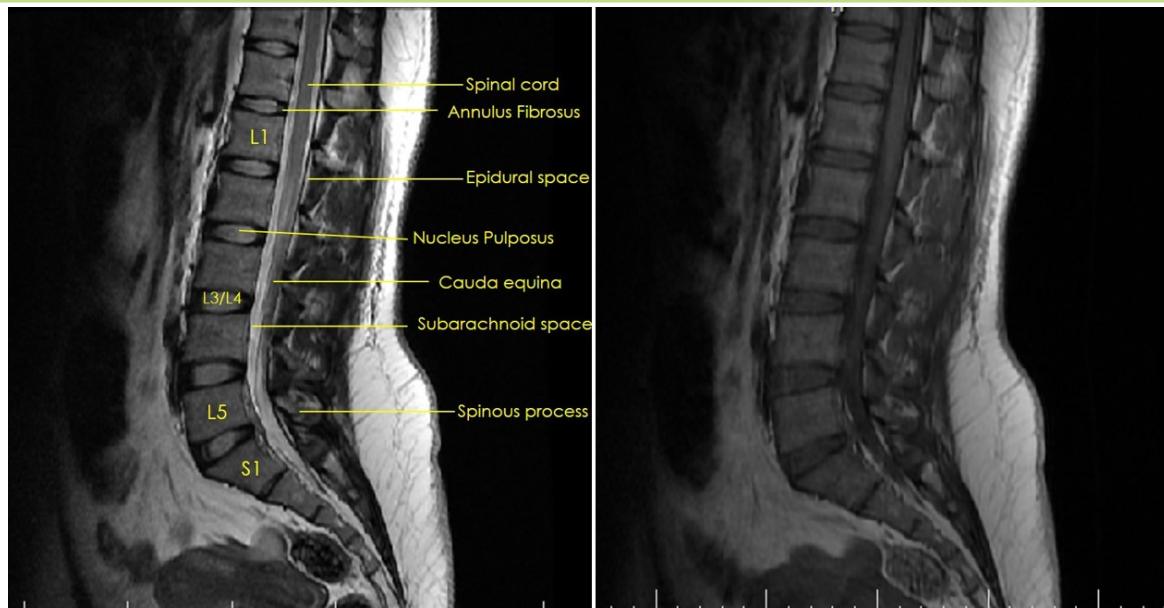
تصاویر MRI با استفاده از دستگاه ۱,۵ Tesla ساخت شرکت General Electric (GE) تهیه شد. موقعیت بیمار هنگام تصویربرداری در وضعیت خوابیده به پشت (طاقباز) با زانوهای حمایت شده توسط بالشتک استاندار تنظیم گردید. برش‌های سازیتال از ستون فقرات کمری با توالی‌های زیر به دست آمدند:

T1-weighted sagittal spin-echo: TR: 400 ms, TE: 8 ms

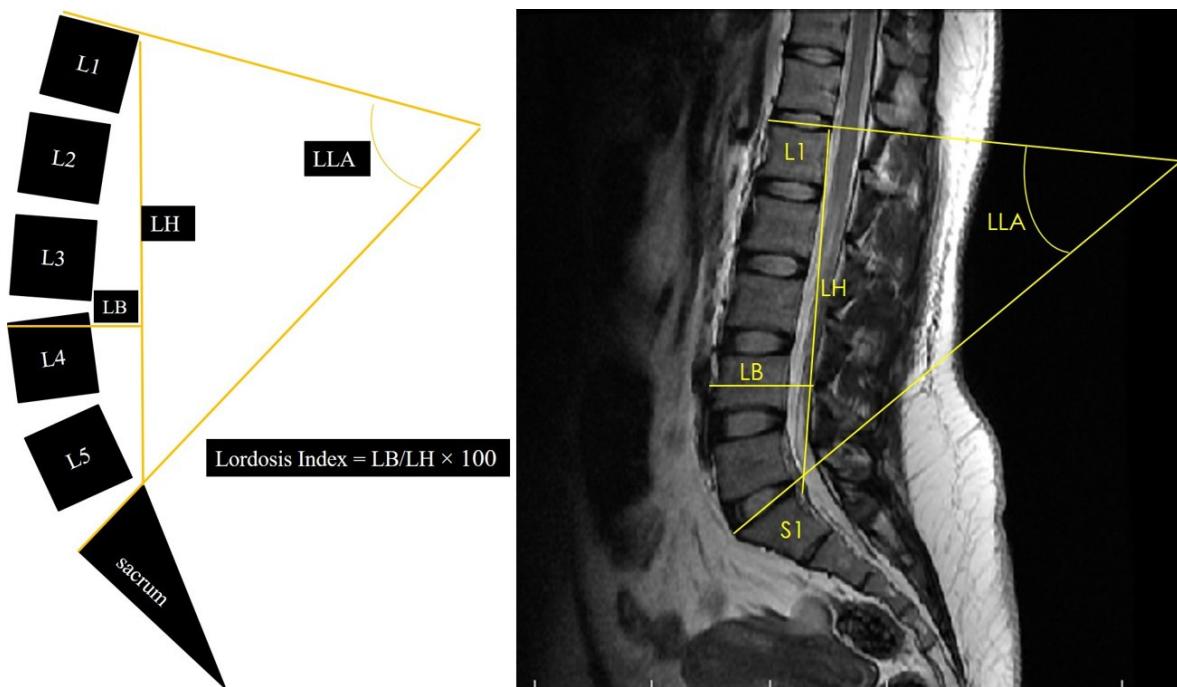
T2-weighted sagittal spin-echo: TR: 2800 ms, TE: 120 ms

ضخامت مقاطع ۴ میلی‌متر و میدان دید (Field of View) بین ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر انتخاب شد به گونه‌ای که محدوده کامل ستون فقرات کمری از مهره‌های پشتی تحتانی تا استخوان ساکروم پوشش داده شود. زاویه لوردوز کمری با استفاده از خطوط مماس بر صفحات فوقانی مهره L1 و تحتانی مهره S1 در تصاویر سازیتال اندازه‌گیری شد. با توجه به عدم وجود بانک اطلاعاتی مشخص از بیماران واجد شرایط و محدودیت‌های زمانی، حجم نمونه بر اساس مطالعات مشابه و نیز امکانات مرکز تصویربرداری تعیین شد. با ۱۰۰ نمونه، توان آماری مطالعه برای یافتن اختلاف معنی‌دار در سطح $p < 0.05$ در مقایسه بین گروه‌ها مناسب ارزیابی شد. این مطالعه در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز به تصویب رسیده است (IR.AJUMS.REC.1397.920).

اندازه‌گیری زاویه لوردوز، ارتفاع و عمق اندکی کمری برای اطمینان از قرار گیری صحیح تصاویر در صفحه میدسازیتال (Mid-Sagittal plane)، تنها تصاویری انتخاب شدند که در آن‌ها زوائد خاری مهره‌های کمری (spinal canal) و طناب نخاعی (spinal cord) به‌طور واضح و کامل قابل مشاهده بودند (۱۶). این ویژگی‌ها به عنوان شاخص‌های استاندارد جهت تشخیص نمای دقیق میدسازیتال مورد استفاده قرار گرفتند. تمامی اندازه‌گیری‌های مورفولوژیک هم بر روی تصاویر با وزن T1 و هم بر روی تصاویر با وزن



شکل ۱. آناتومی نرمال مهره های کمری. سمت راست وزن T1، سمت چپ وزن T2



شکل ۲. نحوه اندازه گیری زاویه لوردوز (به روش کوب)، ارتفاع و عمق مهره های کمری در تصویر با وزن T2

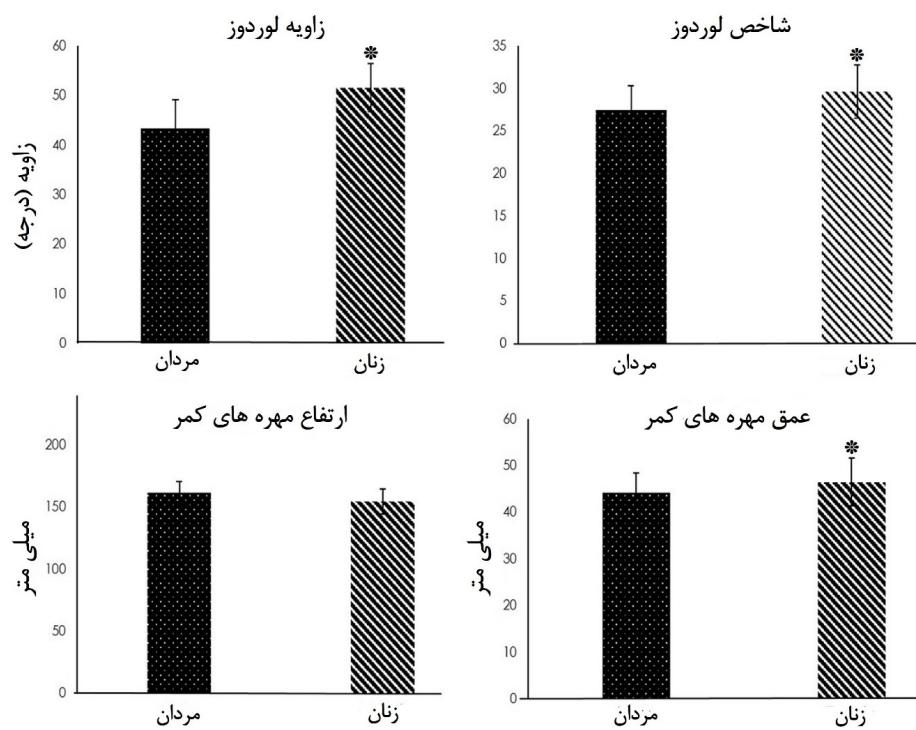
مردان ۲۶ و زنان ۲۳,۶ بود.

اندازه گیری *LB*, *LLA*, *LH* و *LI* را زاویه اندازه گیری شده لوردوز کمری در محدوده ۳۲ تا ۶۰ درجه قرار گرفت. میانگین زاویه در زنان برابر ۵۱,۶ بود که به طور معناداری از میانگین زاویه در مردان

۴۷ زن بود. میانگین سنی بیماران در این مطالعه 45 ± 16 سال (مردان 47 ± 17 و زنان 44 ± 14) بود. میانگین قد بیماران $168 \pm 5,5$ (مردان $170 \pm 6,8$ و زنان $166 \pm 4,8$) و میانگین وزن 67 ± 9 (مردان 72 ± 8 و زنان 64 ± 6) بود که مردان به طور معناداری از زنان بلند قد تر و سنگین تر بودند ($p < 0,05$) میانگین شاخص BMI برای بیماران

جدول ۱. پارامترهای اندازه‌گیری شده و تعریف آن‌ها

پیامدها	تعریف	مخلف	پارامتر
افزایش زاویه باعث گودی بیش از حد کمر می‌شود.	زاویه بین لبه فوقانی مهره اول کمری و مهره اول خاجی	LLA	زاویه لوردوز کمر
کاهش ارتفاع نشانه‌ی فرسایش دیسک و کاهش فضای بین مهره‌ای است.	بیشترین فاصله بین مهره اول کمری و مهره اول خاجی	LH	ارتفاع مهره‌های کمر
افزایش عمق نشانه‌ی تشدید قوس کمر است.	بیشترین فاصله بین عمق ترین نقطه قوس کمر و خط	LB	عمق مهره‌های کمر
کاهش، فشردگی بخش جلویی مهره \rightarrow کیفوز	فاصله بین دو انتهای فوقانی و تحتانی بخش قدامی تنه مهره	(1-5) AL	ارتفاع قدامی تنه مهره‌های کمر
کاهش: کاهش فضای مجرای نخاعی \rightarrow تنگی کانال نخاعی	فاصله بین دو انتهای فوقانی و تحتانی بخش خلفی تنه مهره	(1-5) PL	ارتفاع خلفی تنه مهره‌های کمر

شکل ۳. نمودار مربوط به تفاوت پارامترهای اندازه‌گیری شده بین مردان و زنان ($p < 0.05$).

دو جنس افزایش پیدا کرد که این افزایش در زنان از لحاظ آماری معنادار بود ($p < 0.05$). ارتفاع مهره‌های کمری (LH) با افزایش وزن، کاهش پیدا کرد که این کاهش در هر دو جنس معنادار بود ($p < 0.05$ ، البته کاهش ارتفاع مهره‌های کمری در زنان بیشتر از مردان بود (به ترتیب 153 ± 5.5 و 151 ± 6.3 درجه). زاویه لوردوز مهره‌های کمری با افزایش قد تغییرات معناداری در دو جنس نشان نمی‌داد، اما با افزایش قد، ارتفاع مهره‌های کمری در هر دو جنس افزایش پیدا کرد که این افزایش در مردان بیشتر از زنان بود (به ترتیب 44.1 ± 5.1 و 46.44 ± 6.6 mm) ($p < 0.05$). عمق مهره‌های کمری (LB) در هر دو جنس با افزایش وزن، افزایش پیدا کرد که این افزایش در هر دو جنس معنادار بود ($p < 0.05$) (شکل شماره ۳).

اما ارتفاع مهره‌های کمری (LH) با افزایش سن کاهش پیدا کرد. عمق مهره‌های کمری (LB) به طور معناداری در زنان ($m=27.45$) بیشتر از مردان ($m=29.61$) بود ($p < 0.05$). پس از محاسبه اختلاف معناداری بین میانگین LI در مردان ($m=44.1$ mm) و زنان ($m=46.44$ mm) وجود داشت که از لحاظ آماری معنادار بود ($p < 0.05$).

زاویه لوردوز کمری (LLA) با افزایش وزن در هر

و خلفی مهره ها وجود داشت. در مردان بیشترین عمق زاویه کمری در سطح مهره چهارم کمر، ولی در زنان در سطح مهره سوم کمر قرار داشت. میانگین ارتفاع خلفی مهره های کمری با افزایش وزن در هر دو جنس کاهش پیدا کرد که از لحاظ آماری معنا دار بود ($p < 0.05$) که این کاهش ارتفاع در زنان بیشتر از مردان بوده و از لحاظ آماری معنادار بود (شکل شماره ۴ و ۵).

بحث

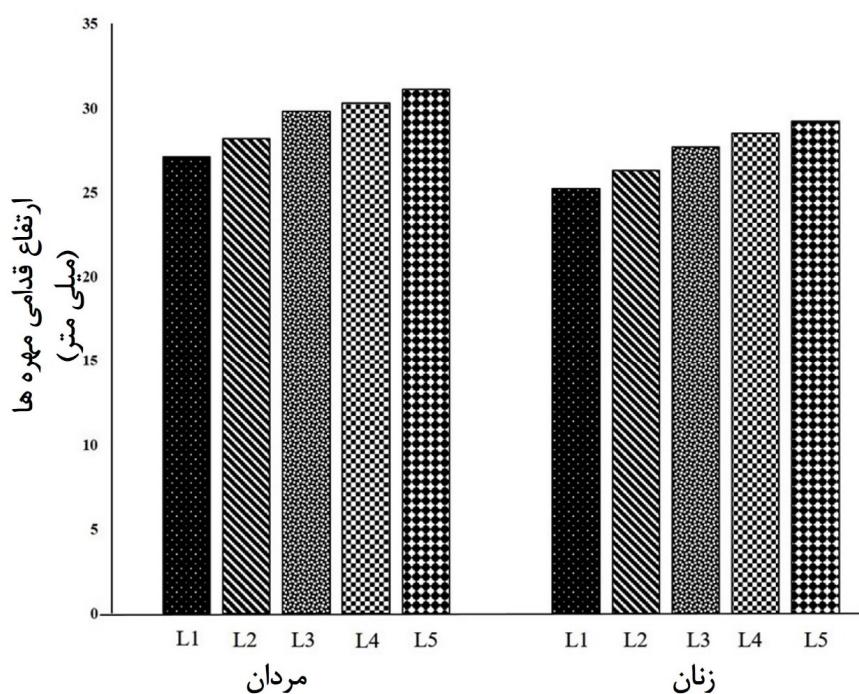
ستون فقرات در صفحه سازیتال دارای انحنای طبیعی است که برای عملکرد بهینه، تحرک پذیری و جذب نیروهای واردہ ضروری هستند. لوردوز کمری به عنوان یکی از این انحنایها، به سمت جلو تحدب دارد و نقش مهمی در بیومکانیک ستون فقرات ایفا می کند. این انحنا عمدتاً ناشی از شکل مهره ها و دیسکهای بین مهره ای است (۱۸). با وجود اهمیت بالینی لوردوز کمری در ارزیابی ناهنجاری های وضعیتی (پوسچرال)، روشهای اندازه گیری آن همچنان مورد بحث هستند (۱۹). در این مطالعه، زاویه لوردوز کمری (LLA) با استفاده از تصویربرداری MRI و روش کاب (Cobb's method) ارزیابی شد. برتری MRI نسبت به روش های رادیوگرافی و سی تی اسکن، دقت بالاتر، عدم استفاده از پرتوهای یونیزان و امکان تکرار پذیری بهتر است.

در این مطالعه، دامنه زاویه LLA بین ۳۲ تا ۶۰ درجه

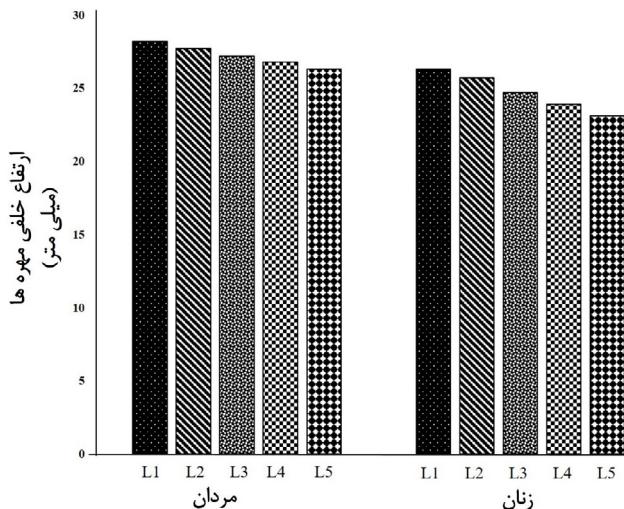
از لحاظ آماری در هر دو جنس معنادار بود ($p < 0.05$) اما اختلاف معناداری بین LI و افزایش قد در هر دو جنس مشاهده نشد.

اندازه گیری طول قدامی و خلفی مهره های کمری (Anterior and Posterior Distance)

ارتفاع قدامی مهره های کمری در هر دو جنس از بالا به پایین افزایش پیدا کرد. میانگین ارتفاع قدامی مهره اول کمری در مردان ۲۷,۱۳ میلی متر و در زنان ۲۵,۲۴ میلی متر بود. این اندازه از مهره اول کمری به سمت مهره پنجم کمری افزایش پیدا کرد و در پنجمین مهره کمری به ۳۱,۱۸ میلی متر در مردان و ۲۹,۲۲ میلی متر در زنان رسید. ارتفاع خلفی مهره های کمری به آهستگی از مهره اول کمری به سمت مهره پنجم کمری در هر دو جنس کاهش پیدا کرد و این اندازه در مهره اول کمری ۲۸,۲۴ در مردان و ۲۴,۳ در زنان بود و در مهره پنجم کمری ۲۶,۳۶ در مردان و ۲۳,۱ در زنان بود. در مردان WI در مهره اول کمری کمتر از صد بوده و یک سگمان کیفوتیک است و از مهره دوم تا پنجم کمری WI بزرگتر از صد بوده و این مهره ها، تشکیل سگمان های لوردوتیک دادند و اختلاف معناداری بین طول قدامی و خلفی مهره ها وجود داشت. WI مهره های کمری در زنان از مهره اول تا پنجم کمری تشکیل سگمان های لوردوتیک را دادند و اختلاف معناداری بین طول قدامی



شکل ۴. نمودار تفاوت اندازه ی طول قدامی مهره های کمری بین مردان و زنان



شکل ۵. نمودار تفاوت اندازه‌ی طول خلفی مهره‌های کمری بین مردان و زنان

ناشی از دژنرasiون دیسک‌های بین مهره‌ای، کاهش ارتفاع بخش خلفی مهره‌ها و آتروفی عضلات اطراف ستون فقرات باشد (۲۰). با این حال، برخی مطالعات مانند Kang و همکاران اختلاف معناداری بین سن و لوردوز گزارش نکرده‌اند (۲۳)، در حالیکه Oyakhire و همکاران (۲۴) با استفاده از رادیوگرافی در حالت ایستاده، افزایش لوردوز با سن را تأیید کردند. این تناقض ممکن است به تفاوت در روش‌های تصویربرداری یا ویژگی‌های جمعیت مطالعه مربوط باشد.

اگرچه افزایش قد با ارتفاع مهره‌های کمری (LH) ارتباط معناداری داشت، اما رابطه مشخصی بین قد و زاویه LLA مشاهده نشد. این یافته نشان می‌دهد که اگرچه افراد قد بلند دارای ستون فقرات طویل‌تری هستند، اما این عامل به تنها‌یی بر میزان انحنای کمری تأثیرگذار نیست.

بررسی‌های این مطالعه نشان داد که ارتفاع قدامی مهره‌های کمری از ارتفاع خلفی بیشتر است که منجر به تشکیل سگمان‌های لوردوتیک و افزایش زاویه LLA می‌شود. این الگو در زنان بارزتر بود که می‌تواند ناشی از فشار مکانیکی بیشتر بر مهره‌های کمری و ضعف عضلات حمایتی باشد. همچنین، ارتفاع مهره‌ها (LH) در مردان بیشتر از زنان بود، در حالیکه عمق ستون فقرات کمری (LB) در زنان افزایش نشان داد. شاخص (LI) نیز در زنان بالاتر بود که نشان دهنده تفاوت‌های جنسی در آنatomی مهره‌هاست (۲۰).

این مطالعه با استفاده از تصاویر MRI، ارتباط معناداری بین جنسیت، BMI، سن و ویژگی‌های مهره‌ای با زاویه لوردوز کمری را نشان داد. داده‌های به دست آمده می

بود که با یافته‌های Abdelmonem و همکاران (۲۰) (۳۰ تا ۶۷ درجه) همخوانی داشت. با این حال، برخی مطالعات مبتنی بر رادیوگرافی، مقادیر متفاوتی (۳۱) تا ۸۸ درجه) گزارش کرده‌اند که احتمالاً ناشی از تفاوت در وضعیت قرارگیری بیمار (ایستاده در رادیوگرافی در مقابل خوابیده در MRI) و پروتکل‌های اندازه‌گیری است.

یافته‌های این مطالعه نشان داد که میانگین زاویه LLA در زنان (۵۱.۶ درجه) به طور معناداری بیشتر از مردان (۴۳.۴ درجه) است. این تفاوت ممکن است ناشی از عوامل آناتومیک مانند عرض بیشتر لگن، مرکز ثقل پایین‌تر و ضعف نسبی عضلات تنه در زنان باشد (۲۰). مطالعاتی مانند Song و همکاران (۲۱) نیز این یافته را تأیید کرده و گزارش کرده‌اند که زنان باردار به دلیل تغییرات هورمونی، افزایش وزن ناحیه شکم و ضعف عضلات، لوردوز شدیدتری دارند. علاوه بر این، Nourbakhsh و همکاران (۲۲) نشان دادند که تعداد دفعات بارداری و مراحل پیشرفت‌های آن با افزایش زاویه لوردوز مرتبط است، زیرا زنان برای حفظ تعادل، تمایل به افزایش انحنای کمری دارند. در این مطالعه، رابطه مثبت و معناداری بین افزایش BMI و زاویه LLA مشاهده شد. این یافته با پژوهش Song همسو است که افزایش وزن را با تغییر مرکز ثقل و جبران آن توسط افزایش لوردوز مرتبط دانست (۲۱). احتمالاً چاقی با ایجاد فشار بر مهره‌های کمری و ضعف عضلات شکمی، منجر به افزایش غیرفیزیولوژیک انحنای کمری می‌شود.

نتایج مطالعه نشان داد که با افزایش سن، زاویه LLA در هر دو جنس افزایش می‌یابد. این پدیده می‌تواند

طی اجرای طرح اقدامات لازم جهت بهبودی بیماران انجام شد.

کد اخلاق

IR.AJUMS.REC.1397.920

مشارکت نویسنده‌گان

یوسف اسدی فرد: طراحی مطالعه، جمع آوری داده، پیگیری و اصلاحات مقاله؛ داریوش بیژن نژاد: سوپرایزر، ویرایش مقاله؛ شهرام مولوی نژاد: تحلیل نتایج، نوشتگر مقاله؛ عباس حیدری مقدم: جمع آوری و تحلیل نتایج

دسترسی آزاد

کپیرایت نویسنده‌گان (ها) ©2025: این مقاله تحت Creative Commons Attribution 4.0 مجوز بین‌المللی استفاده، اشتراک‌گذاری، اقتباس، توزیع و تکثیر را در هر رسانه یا قالبی مشروط بر درج نحوه دقیق دسترسی به مجوز CC، منوط به ذکر تغییرات احتمالی بر روی مقاله می‌داند. لذا به استناد مجوز یادشده، درج هرگونه تغییرات در تصاویر، منابع و ارجاعات یا سایر مطالب از اشخاص ثالث در این مقاله باید در این مجوز گنجانده شود، مگر اینکه در راستای اعتبار مقاله به اشکال دیگری مشخص شده باشد. در صورت درج نکردن مطالب مذکور یا استفاده فراتر از مجوز بالا، نویسنده ملزم به دریافت مجوز حق نسخه‌برداری از شخص ثالث است. به منظور مشاهده مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution 4.0 به نشانی زیر مراجعه شود: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

References

1. Ferguson S, Marras W, Burr D, Davis K, Gupta P. Differences in motor recruitment and resulting kinematics between low back pain patients and asymptomatic participants during lifting exertions. *Clinical Biomechanics*. 2004; 19:992-999.
2. Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(2):260-207.
3. Tamer TM. Hyaluronan and synovial joint: function, distribution and healing. *Interdiscip Toxicol*. 2013 ;6(3):111-125.
4. Okpala F. Measurement of lumbosacral angle in normal radiographs: a retrospective study

توانند در تعیین مقادیر نرمال و پاتولوژیک لوردوز و برنامه ریزی درمان‌های ارتوپدی مفید باشند. برای مطالعات آینده، بررسی عوامل دیگری مانند تأثیر مشاغل پراسترس و وضعیت‌های کاری طولانی مدت بر لوردوز کمری پیشنهاد می‌شود. عدم کنترل برخی متغیرهای محدودشگر از جمله سطح فعالیت بدنی و شغل و همچنین تنوع نژادی محدود از محدودیت‌های این مطالعه بودند.

نتیجه گیری

این مطالعه نشان داد که زاویه لوردوز کمری تحت تأثیر عوامل جنسیتی، سن و شاخص توده بدنی قرار دارد، به طوری که در زنان، افراد مسن و افراد با BMI بالاتر، میزان لوردوز افزایش می‌یابد. همچنین، ویژگی‌های مورفولوژیک مهره‌ها، بهویژه ارتفاع قدامی و خلفی، نقش کلیدی در تعیین انحنای کمری ایفا می‌کنند. یافته‌های این پژوهش می‌توانند به عنوان معیاری برای ارزیابی‌های بالینی و برنامه‌ریزی‌های درمانی در اختلالات ستون فقرات مورد استفاده قرار گیرند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی با شماره 97S48 و کد اخلاق (IR.AJUMS.REC.1397.920) می‌باشد. بدین وسیله از کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز برای حمایت از این مطالعه تشکر و قدردانی می‌گردد.

تضاد منافع

در این مقاله برای نویسنده‌گان، تضاد منافعی وجود ندارد.

حمایت مالی

این پژوهش توسط دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز مورد حمایت مالی قرار گرفته است.

ملاحظات اخلاقی

مجوز لازم جهت اجرای پژوهش از کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز و مسئولین مرکز آموزشی درمانی گلستان اخذ شد. پژوهشگر خود را به مسئولین معرفی نمود. این مطالعه هیچ گونه زیان جسمی، روانی، مالی یا غیره برای شرکت کننده‌گان نداشت. کلیه اطلاعات بیماران تا پایان مطالعه به صورت محرمانه نزد مجریان طرح محفوظ ماند و در

in southeast Nigeria. *Ann Med Health Sci Res.* 2014;4(5):757-762.

5. Murata Y, Utsumi T, Hanaoka E, Takahashi K, Yamagata M, Moriya H. Changes in lumbar lordosis in young patients with low back pain during a 10-year period. *J Orthop Sci.* 2002;7:618-622.
6. Tsuji T, Matsuyama Y, Sato K, Hasegawa Y, Yimin Y, Iwata H. Epidemiology of low back pain in the elderly: correlation with lumbar lordosis. *J Orthop Sci.* 2001;6:307-311.
7. Russell BS, Muhlenkamp-Wermert KA, Hoiriis KT. Measurement of Lumbar Lordosis: A Comparison of 2 Alternatives to the Cobb Angle. *J Manipulative Physiol Ther.* 2020;43(8):760-767.
8. Fanuele JC, Abdu WA, Hanscom B, Weinstein JN. Association between obesity and functional status in patients with spine disease. *Spine.* 2002; 27:306-312.
9. Chou L, Brady SRE, Urquhart DM, Teichtahl AJ, Cicuttini FM, Pasco JA, Brennan-Olsen SL, Wluka AE. The Association Between Obesity and Low Back Pain and Disability Is Affected by Mood Disorders: A Population-Based, Cross-Sectional Study of Men. *Medicine (Baltimore).* 2016;95(15):e3367.
10. Zaglauer K, Kunsorg A, Jakob V, Görg L, Oehlschlägel A, Riedel R, et al. Effect of a Multimodal Pain Therapy Concept Including Intensive Physiotherapy on the Perception of Pain and the Quality of Life of Patients With Chronic Back Pain: A Prospective Observational Multicenter Study Named "RütmuS". *Pain Res Manag.* 2025;2025:6693678.
11. Popajewski M, Zawadka M, Wójcik-Załuska A, Milart P. Maternal Parity Effect on Spine Posture Changes and Back Pain During Pregnancy. *Healthcare (Basel).* 2024;12(22):2202.
12. Cherni Y, Desseauve D, Decatoire A, Veit-Rubinc N, Begon M, Pierre F, et al. Evaluation of ligament laxity during pregnancy. *J Gynecol Obstet Hum Reprod.* 2019;48(5):351-357.
13. Leclerc A, Tubach F, Landre MF, Ozguler A. Personal and occupational predictors of sciatica in the GAZEL cohort. *Occup Med.* 2003; 53, 384-391.
14. DePalma MJ, Ketchum JM, Saullo. What is the source of chronic low back pain and does age play a role?. *Pain Med.* 2011; 12, 224-233.
15. Hoy D, Bain C, Williams G, March L, Brooks P, Blyth F et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum.* 2012; 64, 2028-2037.
16. Goh S, Tan C, Price RI, Edmondston SJ, Song S, Davis S, Singer KP. Influence of age and gender on thoracic vertebral body shape and disc degeneration: an MR investigation of 169 cases. *J Anat.* 2000;197 Pt 4(Pt 4):647-57.
17. Harrison DE, Cailliet R, Harrison DD, Janik TJ, and Holland B. Reliability of centroid, Cobb, and Harrison posterior tangent methods: which to choose for analysis of thoracic kyphosis. *Spine.* 2001;26:227-234.
18. Le Huec JC, Thompson W, Mohsinaly Y, Barrey C, Faundez A. Sagittal balance of the spine. *Eur Spine J.* 2019;28(11):2631.
19. Matsumoto M, Okada E, Kaneko Y, Ichihara D, Watanabe K, Chiba K, et al. Wedging of vertebral bodies at the thoracolumbar junction in asymptomatic healthy subjects on magnetic resonance imaging. *Surg Radiol Anat.* 2011;33:223-228.
20. Hegazy AA, Hegazy RA. Midsagittal anatomy of lumbar lordosis in adult egyptians: MRI study. *Anat Res Int.* 2014;370852.
21. Mi-Yeon Song, Won-Suk Chung, Sung-Soo Kim, Hyun-Dae Shin. Correlation between Obesity and Lumbar Lordosis in Obese Pre-Menopausal Korean Females. *Korean Journal of Oriental Medicine* 2004;25: 43-50.
22. Nourbakhsh MR, Arab AM. Relationship between mechanical factors and incidence of low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2002; 32:447-60.
23. Kang KB, Kim YJ, Muzaffar N, Yang JH, Kim YB, Yeo ED. Changes of Sagittal Spinopelvic Parameters in Normal Koreans with Age over 50. *Asian Spine J.* 2010; 4:96-101.
24. Oyakhire MO, Didia BC, Yellow E. Radiographic evaluation of lumbar lordotic angle of the spine in a population of Nigerians. *Asian J Med Sci.* 2013;4: 69-75.