

甲第1578号



北海道公立大学法人
札幌医科大学
Sapporo Medical University

SAPPORO MEDICAL UNIVERSITY INFORMATION AND KNOWLEDGE REPOSITORY

Title 論文題目	早期腰椎分離症における第5腰椎の骨格形状
Author(s) 著者	山根, 裕司
Degree number 学位記番号	第50号
Degree name 学位の種別	博士(理学療法学)
Issue Date 学位取得年月日	2023-03-31
Original Article 原著論文	
Doc URL	
DOI	
Resource Version	

博士論文の要約

保健医療学研究科 博士課程後期 理学療法学・作業療法学専攻 スポーツ理学療法学分野	学籍番号 17DP-03 氏名 山根 裕司 Name Yuji Yamane
論文題名 早期腰椎分離症における第5腰椎の骨格形状	
Title of the paper The skeletal shape of the fifth lumbar vertebra in early-stage lumbar spondylolysis	
<p>【目的】早期第5腰椎分離症における第5腰椎の全体形状の特徴と、腰椎分離症例が行っているスポーツ種目の動作特性により特徴に違いがあるのかを明らかにすることを研究目的とした。また、分離があるものと無いものの両方を含めた中で、対象者が行っているスポーツ種目の動作特性によって第5腰椎の骨形態が異なるのかも検討した。</p> <p>【方法】2012年4月から2020年12月の間に腰部痛にて来院した成長期の男性のうち、早期第5腰椎分離症と診断されたもの72名（分離群：14.7 ± 1.6才）と、腰椎分離症と診断されなかったもの95名（対照群：14.7 ± 1.5才）を対象とした。両群とも普段行っているスポーツ種目によって、①回旋型スポーツ（上肢を頻回に用いて体幹を回旋するもの）、②サッカー、③非回旋型スポーツの3つにグループ分けした。</p> <p>診療目的に撮像した初回CT画像のDICOMデータから、医用画像処理ソフト（Mimics）を用いて全対象者の第5腰椎の3次元骨モデルを作成した。次に相同モデル作成ソフト（mHBM）と相同モデル化支援ソフト（HBM-Rugle）を用いて、作成した3次元骨モデルを相同モデル化した。相同モデル化後、全例の第5腰椎は、頂点数4506点で全頂点が解剖学的に対応付けられたメッシュ構造で表現された。その後、相同モデル統計ソフト（HBS）を使用し、全頂点の3次元座標値に対する主成分分析を実施した。各主成分が表す形態変異については、各主成分得点に基づいて作成された+3SDから-3SDまでの仮想形状から解釈した。抽出された全主成分において主成分得点の比較を行うために、分離の有無（2群）とスポーツ分類（3グループ）の要因配置で二元配置分散分析を行った。</p> <p>【結果】主成分分析の結果、第11主成分までの累積寄与率は64.05%であった。全ての主成分において交互作用はなかったが、第3主成分と第10主成分において分離の要因に有意な主効果があり（それぞれP = 0.01、P = 0.04）、第3主成分（分離群：6.80 ± 29.86、対照群：-7.86 ± 28.63）、第10主成分（分離群：4.17 ± 18.05、対照群：-1.88 ± 16.78）ともに分離群が高値であった。また、第11主成分においてスポーツ分</p>	

類の要因に有意な主効果があり ($P = 0.02$)、非回旋型スポーツ (5.62 ± 13.81) が回旋型スポーツ (-3.13 ± 15.64) よりも有意に高値であった ($P = 0.03$)。

【考察】早期腰椎分離症の特徴として、椎体上面と下面の面積が小さく、矢状面上における椎体の形状が楔形で、椎弓根長と椎弓長が大きいとともに峡部長が小さく、棘突起が水平面を向くという形態 (第3主成分) と、上下の椎体面の前後長が小さくなるとともに横突起が前額面を向くという形態 (第10主成分) が抽出された。第3主成分でみられた分離群の特徴において、椎体の形状が楔形であることによって腰椎前弯角度が大きくなる可能性と、峡部長が小さいことによって動作時に関節突起間部へ生じる応力が大きくなる可能性が推察され、椎体の形状が楔形であるとともに峡部長が小さいという特徴を有することが腰椎分離症発症と関連する可能性があることが示唆された。

両群を含めた全対象者において、回旋型スポーツは椎間関節が前額面を向き椎体面の前後径が大きいという特徴で、非回旋型スポーツは椎間関節が矢状面を向き椎体面の前後径が小さいという特徴であった。この形態の違いより、各グループでの椎間関節の向きはそれぞれの種目において頻回に行う動作に有利な構造であると解釈された。

【結論】早期腰椎分離症と分離がないものでは第5腰椎の全体形状に違いがあるが、腰椎分離症例の中においてスポーツ種目による全体形状の違いはない。また、分離があるものと無いものの両方を含めた対象者全体の中ではスポーツ種目による全体形状の違いがある。

キーワード (5個以内) :

腰椎分離症、腰椎、骨形態、相同モデル、成長期

【Purpose】 This study aimed to clarify the characteristics of the overall shape of the fifth lumbar (L5) vertebra and whether the characteristics differ depending on the movement characteristics of sports that participants play in patients with early-stage spondylolysis. We also examined whether the morphology of the L5 vertebra varies depending on the sports activities in participants with and without spondylolysis.

【Methods】 Adolescent males who complained of low-back pain and visited the hospital between April 2012 and December 2020 were included in this study. Seventy-two males who were diagnosed with early-stage L5 spondylolysis (14.7 ± 1.6) and 95 males who were not diagnosed with spondylolysis (14.7 ± 1.5) were enrolled in the spondylolysis (SP) and the control (CON) groups, respectively. Both groups were grouped into three categories according to the type of sports they usually play: (1) trunk-twist sports (players use their upper extremities and twist their trunks), (2) soccer, and (3) non-twist sports.

Using the Digital Imaging and Communications in Medicine data of the initial

computed tomography images taken for clinical evaluation, medical image-processing software (Mimics) was used to create three-dimensional (3D) bone models of the L5 vertebra of all participants. The created 3D bone models of all participants were then homologized using homologous model creation software (mHBM) and homologous modeling software (HBM-Rugle). After homologous modeling, the L5 vertebra of all participants was represented as a mesh structure with 4506 vertices that corresponded anatomically to vertices. Principal component analysis (PCA) was performed on the 3D coordinates of all vertices using the homologous model statistical software (HBS). The morphological variation shown by each principal component (PC) was interpreted based on the virtual shape of each PC score (PCS) from +3 standard deviation (SD) to -3SD. To compare each PCS, a two-way analysis of variance was performed with a factorial arrangement of the groups (SP and CON) and categories (trunk-twist sports, soccer, and non-twist sports).

【Results】 PCA results showed that the cumulative contribution ratio up to PC11 was 64.05%. No interaction was observed for all PCs, but significant main effects were noted for PC3 and PC10 in the groups ($P = 0.01$ and $P = 0.04$, respectively), and the SP group showed higher values than the CON group in both PC3 (SP, 6.80 ± 29.86 ; CON, -7.86 ± 28.63) and PC10 (SP, 4.17 ± 18.05 ; CON, -1.88 ± 16.78). A significant main effect was also noted for PC11 in the categories ($P = 0.02$), with a significant difference between trunk-twist sports (-3.13 ± 15.64) and non-twist sports (5.62 ± 13.81 ; $P = 0.03$).

【Discussion】 The characteristics of early-stage spondylolysis were extracted as follows: (1) The cross-sectional areas of the superior and inferior surfaces of the vertebral body were small, dorsal wedging shape of the vertebral body in the sagittal plane was large, length of the neural arch and pedicle was long, length of the isthmus was short, and horizontally oriented spinous process (the characteristics of PC3). (2) The anterior-posterior length of the superior and inferior surfaces of the vertebral body was short, and the coronally oriented transverse process (the characteristics of PC10). In the characteristics of PC3, the dorsal wedge shape of the vertebral body may increase the lumbar lordosis angle, and a short isthmus length may increase the stress on the pars during trunk movements. This indicates that comorbidity of these characteristics may be related to the cause of spondylolysis.

In all participants, including both groups, the characteristics of trunk-twist sports were a long anterior-posterior length of the superior and inferior surfaces of the vertebral body and a frontally oriented facet joint, and the characteristics of non-twist sports were a short anterior-posterior length of the superior and inferior surfaces of the vertebral

body and sagittally oriented facet joint. Based on this difference in morphology, it is interpreted that the facet orientation structure of each category is advantageous for frequently performed movements in each category.

【Conclusion】 A difference in the overall shape of the L5 vertebra was noted between participants with and without spondylolysis, but no difference was noted according to the movement characteristics of the sports that participants play in patients with early-stage spondylolysis. The morphology of the L5 vertebra differs depending on the characteristics of the sports activities in participants with and without spondylolysis.

Key words :

Spondylolysis, Lumbar, bone morphology, Homologous model, Adolescent