

腰椎峡部裂病因机制研究现状

徐 斌*, 宋向荣, 蔡学依, 王 恒, 刘朝明, 王 彬, 李志泓, 廖德敏, 黄瑚麟
德阳第五医院骨科, 四川 德阳

收稿日期: 2024年7月27日; 录用日期: 2024年8月19日; 发布日期: 2024年8月29日

摘 要

慢性腰腿疼痛性疾病是脊柱外科和疼痛科、康复医学科常见的临床病种之一, 发病率高, 致病因素多, 治愈率低, 复发率高, 近年来通过对腰痛患者的原因分析与临床研究, 发现青少年腰椎峡部裂是导致青少年腰痛的因素之一, 因此, 作者根据临床病例特征, 参考相关文献, 对腰椎峡部裂病因机制研究现状做了分析, 供临床医师参考。

关键词

腰痛, 腰椎峡部裂, 病因机制, 现状研究

Research Status of the Etiological Mechanism of Lumbar Isthmus

Bin Xu*, Xiangrong Song, Xuenong Cai, Heng Wang, Chaoming Liu, Bin Wang, Zhihong Li, Demin Liao, Hulin Huang

Department of Orthopedics, Deyang Fifth Hospital, Deyang Sichuan

Received: Jul. 27th, 2024; accepted: Aug. 19th, 2024; published: Aug. 29th, 2024

Abstract

Chronic lumbar and leg pain diseases are one of the common clinical diseases in spinal surgery, pain department, and rehabilitation medicine department. They have a high incidence rate, multiple pathogenic factors, low cure rate, and high recurrence rate. In recent years, through the analysis of the causes of lumbar pain patients and clinical research, it has been found that lumbar isthmus is one of the factors leading to lumbar pain in adolescents. Therefore, based on the characteristics of clinical cases and relevant literature, the author analyzed the current research status of the etiological mechanism of lumbar isthmus for reference by clinical physicians.

*通讯作者。

文章引用: 徐斌, 宋向荣, 蔡学依, 王恒, 刘朝明, 王彬, 李志泓, 廖德敏, 黄瑚麟. 腰椎峡部裂病因机制研究现状[J]. 临床医学进展, 2024, 14(8): 1559-1563. DOI: 10.12677/acm.2024.1482390

Keywords

Low Back Pain, Lumbar Isthmus, Etiological Mechanism, Current Situation Study

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

腰背痛产生的原因多种多样，其中腰椎峡部裂是导致腰背部疼痛的重要原因之一。腰椎椎弓为脊柱运动单元的耦合器，其连接椎弓及峡部骨质脆弱从而受损断裂[1]，常见于青少年及成年人，人群中发病率大约为 6%，尤其是在某些从事激烈体育运动的运动员与高强度军事训练的军人中发病率更高[2]。目前国内外对腰椎峡部裂的发病原因尚未达成共识，因此，本文对腰椎峡部裂发病原因做一综述，旨在加强对这一疾病的认识，做到病因预防，并促进患者康复。

2. 解剖学病因

2.1. “骨钳子”理论

重复的微创伤会在先天性薄弱或发育不良的关节间部产生缺陷[3]。当腰椎伸展时，颅椎的下关节突会撞击尾椎的关节间部。随着时间的推移，这可能会导致腰椎峡部应力性骨折，导致腰椎峡部裂。这一“骨钳子”理论最早是由卡彭特于 1932 年提出的[4]，随后的生物力学研究表明，腰椎峡部裂始于尾部腹侧的应力性骨折，原因是腹侧的拉应力较高，并沿颅底方向进展[5]。脊柱畸形继发腰椎前凸患者腰椎峡部裂的发生率增加，以及在非活动型患者中从未报告过腰椎峡部裂病例，进一步支持了机械性病因[6]。发育不良是导致峡部裂的一个因素，而实际的发病是由机械创伤引发的[7]。为了进一步验证“钳子理论”，Ward 等人比较了 39 例 L5 椎弓峡部裂患者和 42 例对照组的横向界面距离[8]。在大多数个体中，当腰椎从头部移动到尾部时，横向小关节距离增加[8]。与正常人相比，腰椎峡部裂患者从 L3-4 小关节到 L5-S1 关节的界面距离增加较小。他们的结论是，L5 腰椎峡部裂骨折受相邻椎体之间的关节面距离增加不足的影响，下腰椎横向关节面尺寸缺乏足够增加的个体发生节段缺陷的风险增加[8]。

2.2. 肌肉、韧带损伤

在常人进行走路、跑步等各种活动时，脊椎附着的韧带、肌肉结构共同承担着全身的重量[9]。四肢的肌肉、肌力以及收缩舒张功能的改变都可影响其缓冲作用，增加腰椎结构的负重[10]。在脊柱向前弯曲时，因重力影响，躯体前倾，而由于躯干伸肌的作用，限制了其前屈活动。在脊柱屈曲动作的后期，仅由腰骶韧带支撑肢体进行前屈活动，躯体上部的重量可对所有腰椎关节产生压力作用，同时对 L5/S1 产生向前的剪切力。绝大多数直接作用于腰椎的肌肉都与椎间关节呈一定的角度附着于骨性结构上。这一解剖特性同样可在椎间关节活动时产生压力及剪切力[11]。由此造成的骨性结构受力改变，均可诱发峡部损伤。因此，腰椎峡部裂和肌肉、韧带损伤有直接关系，肌肉韧带的损伤可致其附着点受力增大，致使腰椎结构受力产生变化，最终导致峡部裂的发生。

3. 运动损伤

运动员较正常人更容易发生峡部裂。包含反复过伸和轴向负荷活动的运动，均可使腰椎峡部受到反

复轻微创伤。这些运动包括体操、摔跤、跨栏、举重、板球、划船、撑杆跳、跳水、游泳、橄榄球、棒球、网球、帆船和排球等[12]。运动员比无症状的受试者在更早的年龄出现症状皮损的频率更高。然而,在许多年轻运动员中,反复的微小创伤可能会表现为一种新的急性缺陷。在一项研究中,95%的腰椎峡部裂患者是运动对象(即美国足球运动员、体操运动员、举重运动员、摔跤运动员和网球运动员)[13]。腰部缺陷在足球运动员、板球运动员、棒球运动员、赛艇运动员、游泳运动员和其他运动员中也很常见[14]。重复的过度伸展会导致下关节面的压力,例如板球和许多体操练习中的快速保龄球。最近的一项研究建议,患有症状性腰椎峡部裂的年轻运动受试者应该考虑运动特定的运动和下肢优势[14]。年轻的运动受试者可能会出现早发的峡部裂。运动活动和峡部裂的年龄与疼痛的发生有直接关系。在功能上,运动受试者由于疼痛而遭受的残疾比患有腰椎峡部裂的普通人群更多。虽然许多人认为发病率随着年龄的增长而增加,但相反,一项长期的研究观察到其并没有随着年龄的增长而增加[15]。这一观察结果是有争议的,因为即使没有椎体滑脱,L5节段也经常出现退变的椎间盘。

几乎全部运动员都存在运动过载,即在极度疲劳的状态下仍坚持训练,这就使得骨、关节/韧带等组织承受了更多的负荷,更容易造成过劳损伤。在此情况下,仍持续进行体育锻炼,则发生峡部裂的概率大大增加。

4. 生物力学

腰椎与骶骨作为一个复合型整体,维持着机体平衡并参与姿势的调整。既往的研究常着眼于腰骶关节局部的关系,进而忽略了其在峡部裂发病机制中的整体作用。腰骶部局部发生改变,平衡关系就被破坏。

现有的评价脊柱-骨盆矢状位平衡的参数主要有PI (pelvic incidence, PI)、PT (pelvic tilt, PT)、SS (sacral slope, SS)等。骨盆参数PI是一种结构性参数,不随姿势改变。PT、SS可随姿势改变而发生改变,因为此二者取决于骨盆与骶骨相对于股骨头角度,而这一角度会随着体位的改变而相应发生改变。PT/SS的比值同样能受到腰骶结合部屈伸活动的影响。PI在数值上等于SS与PT的和。因此,PI是直立位骨盆旋转的主要决定因素,即,PI值越大,对应的PT、SS也越大。研究发现PI、SS高的患者,其腰骶关节处承受的剪切力更大,对腰5峡部产生的压力也更大。

5. 遗传学病因

许多作者报道了腰椎峡部裂在患者家庭成员中的高发情况。Fredrickson等[16]检查了23例峡部裂患者及其家庭成员,父亲的发病率为32%,母亲为23%,男性兄弟姐妹为34%。Wynne-Davies和Scott[17]对47名患者的147名一级亲属进行了x线检查,其中19%的亲属发现峡部裂。Albanese和Pizzutillo[17]研究了70名患者和222名患有峡部裂或滑脱的一级亲属,发现在亲属中发病率为22%。这些发现提示了腰椎峡部裂的遗传易感性。然而,Rowe和Roche[17]对509个胎儿标本和死产婴儿尸体的检查没有发现峡部裂,Kaneko[17]研究了34例胎儿腰骶椎骨化过程,他指出胎儿期不可能发生峡部裂。几位作者报告了一种遗传性倾向,指出家庭成员中的发生率很高,发病率高达69%[18],并与隐性脊柱裂有很强的相关性[19]。这种明显的遗传倾向支持潜在的发育不良与腰椎峡部裂的病理生理学有关的理论[19]。峡部裂及其滑脱可能同基因或者家族谱系相关。在一项对4200具骨骼的研究中,发现峡部裂的发病率因种族和性别而异(白人男性6.4%,非裔美国男性2.8%,白人女性2.3%,非裔美国女性1.1%);在南非485具成年男女“白人”和“非洲人”的骨骼,报告称其总体发病率为3.5%(白人男性3.8%,非洲男性3.5%,白人女性5.7%,非洲女性2.6%);在关岛发现21%的史前人类遗骸(男性29.4%,女性14.3%)表现出峡部裂;在阿拉斯加和加拿大的骨骼中也报道了非常高的发病率(14%~45%),格陵兰岛的土著居民中发病率最高

(总体 54%，男性 61.9%，女性 48%) [10]。峡部裂患者经保守治疗，少部分发生愈合，但通过显微结构显示，未愈合的脊椎病病变的前后边缘是不规则的，并表现出长期脱臼的迹象，这些数据表明这种“愈合”的病变可能不如正常的 L5 关节间部稳定[20]。以上研究说明在腰椎峡部裂有很明显的遗传倾向，性别比例也有差别，地域性也在峡部裂的发生中占有一定的影响因素。

6. 相关疾病

隐性性脊柱裂一直被认为是一种良性实体，没有临床意义。然而，有几项研究支持隐性性脊柱裂和峡部裂之间的正相关。Sairyo 等人[21]使用腰椎的有限元模型进行了一项生物力学研究，并证明隐性性脊柱裂不会改变腰椎在应力和活动范围方面的生物力学。脊柱峡部裂与隐性性脊柱裂的高度符合率可能与力学因素无关，而与遗传因素有关[20]。在日本首次报道了隐性性脊柱裂与峡部裂的正相关，发现隐性性脊柱裂患者峡部裂的发生率明显高于无隐性性脊柱裂患者(优势比为 3.7 倍)。骨硬化症是一种骨骼疾病，其特征是与功能障碍相关的骨吸收缺陷破骨细胞。骨质硬化的患病率为 5.5/10 万人。Szappanos 等报道了 5 例腰椎峡部裂合并骨裂的病例 29 例；Martin 等报道了 7 例骨裂患者中有 5 例(71.4%)为颈椎峡部裂或腰椎峡部裂。脊柱侧凸与脊椎峡部裂发生在早期文献中已有描述。Seitsalo 等[22]调查了 190 名年轻脊柱侧弯患者，其中 83 人患有融合性腰椎滑脱。这 44%的发病率高于之前报道的系列。然而，Fisk 等[23]报道，539 例特发性脊柱侧弯患者的发病率为 6.2%，与普通人群中的发病率一致。在 Libson 等[24]的一项研究中，那些没有脊柱侧弯但有椎弓峡部裂的患者被认为属于特发性组，因此脊柱侧弯与椎弓峡部裂之间的关系尚不清楚。一项关于脑瘫患者三维步态分析研究，提示髋部过度内旋可能是导致 CP 患儿腰椎峡部裂发生的因素之一[25]。

7. 总结

综上所述，解剖学因素、急慢性运动损伤反复应力作用、遗传学因素、脊柱参数异常及骨科相关疾病等都是峡部裂的危险因素，尽管各自在峡部裂的发生和发展中所占的比重不同。近期针对峡部裂进行的基因学研究，也进一步拓展了我们对于峡部裂病因的认识。希望随着科学的进步，腰椎峡部裂能从病因着手进行治疗。

基金项目

德阳市社会发展领域重点研发项目(2023SZZ052)。

参考文献

- [1] Hsu, W.K. and Jenkins, T.J. (2017) Management of Lumbar Conditions in the Elite Athlete. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, **25**, 489-498. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-16-00135>
- [2] Safaee, M.M., Scheer, J.K., Lau, D., et al. (2022) Sacral Pedicle Subtraction Osteotomy for Treatment of High-Grade Spondylolisthesis: A Technical Note and Review of the Literature. *Oper Neurosurg*, **23**, e84-e90. <https://doi.org/10.1227/ons.0000000000000251>
- [3] Yoshihara, H. (2020) Patho Mechanisms and Predisposing Factors for Degenerative Lumbar Spondylolisthesis: A Narrative Review. *JBJS Reviews*, **8**, e2000068. <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.20.00068>
- [4] Alijanipour, P., Heffernan, M.J. and King, A. (2021) Single-Level Fusion without Decompression for High-Grade Spondylolisthesis in Adolescents: A Novel Surgical Strategy. *Spinal Deformity*, **9**, 1457-1464. <https://doi.org/10.1007/s43390-021-00352-0>
- [5] Terai, T., Sairyo, K., Goel, V.K., et al. (2010) Spondylolysis Originates in the Ventral Aspect of the Pars Interarticularis: A Clinical and Biomechanical Study. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, **92**, 1123-1127. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.92B8.22883>
- [6] Chung, C.C. and Shimer, A.L. (2021) Lumbosacral Spondylolysis and Spondylolisthesis. *Clinics in Sports Medicine*,

- 40, 471-490. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2021.03.004>
- [7] Cho, S.T. and Kim, J.H. (2022) Radiological Characteristics of Low-Grade Lytic Spondylolisthesis: Similarity to Dysplastic Spondylolisthesis. *Asian Spine Journal*, **17**, 347-354. <https://doi.org/10.31616/asj.2022.0033>
- [8] Ward, C.V., Latimer, B., Alander, D.H., et al. (2007) Radiographic Assessment of Lumbar Facet Distance Spacing and Spondylolysis. *Spine*, **32**, E85-E88. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000252200.66545.43>
- [9] Zemkova, E. (2022) Strength and Power-Related Measures in Assessing Core Muscle Performance in Sport and Rehabilitation. *Frontiers in Physiology*, **13**, Article 861582. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.861582>
- [10] Ilyas, H., Udo-Inyang, I.J. and Savage J. (2019) Lumbar Spinal Stenosis and Degenerative Spondylolisthesis: A Review of the SPORT Literature. *Clinical Spine Surgery*, **32**, 272-278. <https://doi.org/10.1097/BSD.0000000000000841>
- [11] Ilyas, H. and Savage, J. (2018) Lumbar Disk Herniation and SPORT: A Review of the Literature. *Clinical Spine Surgery*, **31**, 366-372. <https://doi.org/10.1097/BSD.0000000000000696>
- [12] Choi, J.H., Ochoa, J.K., Lubinus, A., et al. (2022) Management of Lumbar Spondylolysis in the Adolescent Athlete: A Review of over 200 Cases. *The Spine Journal*, **22**, 1628-1633. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2022.04.011>
- [13] Beutler, W.J., Fredrickson, B.E., Murtland, A., et al. (2003) The Natural History of Spondylolysis and Spondylolisthesis: 45-Year Follow-Up Evaluation. *Spine*, **28**, 1027-1035. <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000061992.98108.A0>
- [14] Yokoe, T., Tajima, T., Sugimura, H., et al. (2020) Comparison of Symptomatic Spondylolysis in Young Soccer and Baseball Players. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **15**, Article 378. <https://doi.org/10.1186/s13018-020-01910-4>
- [15] Debnath, U.K. (2021) Lumbar Spondylolysis—Current Concepts Review. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, **21**, Article 101535. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2021.101535>
- [16] Fredrickson, B.E., Baker, D., McHolick, W.J., et al. (1984) The Natural History of Spondylolysis and Spondylolisthesis. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, **66**, 699-707. <https://doi.org/10.2106/00004623-198466050-00008>
- [17] Sakai, T., Sairyo, K., Suzue, N., et al. (2010) Incidence and Etiology of Lumbar Spondylolysis: Review of the Literature. *Journal of Orthopaedic Science*, **15**, 281-288. <https://doi.org/10.1007/s00776-010-1454-4>
- [18] Bernard, F., Mazerand, E., Gallet, C., et al. (2019) History of Degenerative Spondylolisthesis: From Anatomical Description to Surgical Management. *Neurochirurgie*, **65**, 75-82. <https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2019.03.006>
- [19] Katz, J.N., Zimmerman, Z.E., Mass, H., et al. (2022) Diagnosis and Management of Lumbar Spinal Stenosis: A Review. *The Journal of the American Medical Association*, **327**, 1688-1699. <https://doi.org/10.1001/jama.2022.5921>
- [20] Grayson, V.S., Couldwell, M.W., Shekhawat, D.C.A., Chaiyamon, A., et al. (2024) L5 Spondylolysis: Anatomical Study Comparing Healed and Unhealed Lesions. *Clinical Anatomy*, **37**, 178-184. <https://doi.org/10.1002/ca.24094>
- [21] Sairyo, K., Goel, V.K., Vadapalli, S., et al. (2006) Biomechanical Comparison of Lumbar Spine with or without Spina Bifida Occulta: A Finite Element Analysis. *Spinal Cord*, **44**, 440-444. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101867>
- [22] Seitsalo, S., Osterman, K. and Poussa, M. (1988) Scoliosis Associated with Lumbar Spondylolisthesis. A Clinical Survey of 190 Young Patients. *Spine*, **13**, 899-904. <https://doi.org/10.1097/00007632-198808000-00005>
- [23] Fisk, J.R., Moe, J.H. and Winter, R.B. (1978) Scoliosis, Spondylolysis, and Spondylolisthesis. Their Relationship as Reviewed in 539 Patients. *Spine*, **3**, 234-245. <https://doi.org/10.1097/00007632-197809000-00009>
- [24] Libson, E., Bloom, R.A. and Shapiro, Y. (1984) Scoliosis in Young Men with Spondylolysis or Spondylolisthesis. A Comparative Study in Symptomatic and Asymptomatic Subjects. *Spine*, **9**, 445-447. <https://doi.org/10.1097/00007632-198407000-00003>
- [25] Ryunosuke, F., Hiroki, F., Yuji, Y., et al. (2024) Lumbar Spondylolysis in Ambulant Children with Spastic Cerebral Palsy. *Progress in Rehabilitation Medicine*, **9**, Article ID: 20240023. <https://doi.org/10.2490/prm.20240023>