

Wiltse入路在腰椎疾病中的研究进展

苗鑫, 龚向东, 姚汝斌*

大理大学临床医学院, 云南 大理

收稿日期: 2026年1月10日; 录用日期: 2026年2月4日; 发布日期: 2026年2月11日

摘要

本文旨在综述Wiltse入路的历史发展、解剖基础、临床应用、技术革新及研究进展。重点探讨Wiltse入路的临床研究、解剖学研究, 关注其手术技术细节与围手术期指标及临床疗效。据现有证据表明, Wiltse入路在腰椎后路手术中能完成螺钉置入、减压及植骨融合, 与传统入路相比, 其临床优势显著, 能通过对椎旁肌的保护实现更少的组织损伤、减少术中出血、术后腰背痛、缩短住院时间。该入路已从传统的开放技术通过联合可扩张通道、内镜及导航系统辅助等转变为多元化的微创平台。Wiltse入路已成为腰椎疾病外科治疗的重要微创技术。其核心理念——通过天然解剖入路工作以最大限度地保护椎旁肌功能从而减少术中损伤而获得了强有力的循证医学支持。未来的研究方向应聚焦于复杂病例的适用性、更精细的解剖变异研究, 以及不同技术变体间成本效益的比较。

关键词

腰椎疾病, Wiltse入路, 研究进展

Research Progress of Wiltse Approach in Lumbar Spine Disorders

Xin Miao, Xiangdong Gong, Rubin Yao*

Clinical Medical College of Dali University, Dali Yunnan

Received: January 10, 2026; accepted: February 4, 2026; published: February 11, 2026

Abstract

This article aims to systematically review the historical development, anatomical basis, clinical applications, technical innovations, and research advancements of the Wiltse approach. The focus is placed on clinical and anatomical studies related to the Wiltse approach, emphasizing its surgical

*通讯作者。

techniques, perioperative indicators, and clinical efficacy. Existing evidence indicates that the Wiltse approach can effectively accomplish screw placement, decompression, and bone graft fusion in posterior lumbar surgeries. Compared to traditional approaches, it demonstrates significant clinical advantages, including reduced tissue trauma through the preservation of paraspinal muscles, decreased intraoperative bleeding, less postoperative back pain, and shorter hospital stays. This approach has evolved from traditional open techniques into a diversified minimally invasive platform, incorporating expandable channels, endoscopic assistance, and navigation systems. The Wiltse approach has become an important minimally invasive technique in the surgical treatment of lumbar spine disorders. Its core principle—working through a natural anatomical pathway to maximize the protection of paraspinal muscle function and minimize intraoperative damage—is strongly supported by evidence-based medicine. Future research should focus on its applicability in complex cases, more detailed studies of anatomical variations, and cost-effectiveness comparisons among different technical variants.

Keywords

Lumbar Spine Disorders, Wiltse Approach, Research Progress

Copyright © 2026 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

腰椎疾病种类繁多，其中腰椎退变性疾病较为常见。腰椎退变性疾病是指椎间盘退变、椎间隙高度降低、椎间盘突出后椎管内容积减小、关节突关节增生、静脉曲张等病理生理性的改变，压迫神经后会引起腰腿疼、间歇性跛行、排便功能障碍等症状的一组临床病变。这类疾病包括腰椎间盘突出症、腰椎管狭窄症、腰椎滑脱等[1] [2]。每年全球大约有 2.66 亿人因罹患该疾病而导致腰痛，有症状的椎间盘退变患病率达到 5.5% (约 4.03 亿人)，腰椎椎管狭窄症的患病率达到 1.41% (约 1.03 亿人)，退变性腰椎滑脱的患病率达到 0.53% (约 3900 万人) [3]，全球范围内，50 岁至 54 岁的年龄段疼痛的症状是最为突出的，女性腰痛患病率高于男性。尽管年龄标准化发病率有所下降，但是由于人口增长和老龄化，患者绝对数量仍在持续上升[4]。给社会造成了巨大的经济负担，其中美国年总成本约为 400 亿美元，人均约 2000 美元/年[5]。

对于有症状的人群，我们的治疗方法通常有保守治疗及手术治疗两大类。腰椎退变性疾病的患者首选治疗方式为保守治疗[6]，包括针灸、推拿、按摩、理疗、休息、牵引、康复等。当保守治疗无效时，手术治疗成为首选。随着时代的发展、技术的更新迭代，在传统的减压融合术的基础上，不断发展出内镜减压技术[7]、微创融合固定技术、经皮介入减压技术等[8]。但对于腰椎滑脱、腰椎不稳定或需要彻底减压的患者，腰椎椎间融合术才是治疗该类疾病的金标准。越来越多的研究发现，后路腰椎椎间融合术 (PLIF) 和经椎间孔腰椎椎间融合术 (TLIF) 能够取得较好的临床效果[9]，受到脊柱外科医生们的认可和欢迎。但传统的后正中入路需要广泛的椎旁肌剥离和牵拉，尤其是多裂肌，这是导致术后慢性腰背痛、肌肉萎缩和功能恢复不佳、感染的重要原因[10]，从而增加患者术后并发症的发生。1968 年，Wiltse 等人 [11] 提出了以肌间隙为主的技术，它通过利用多裂肌与最长肌之间的自然解剖间隙进行操作，最大程度地保护椎旁肌群，能够达到有效的置钉等其他手术操作，从而减小传统入路对患者的创伤。本文对肌间隙入路的历史发展、解剖学基础、临床应用及展望进行综述。

2. 肌间隙入路的历史发展

1959年, Boucher首次将椎弓根螺钉技术应用在脊柱融合术中[12], 因其可以为脊柱提供即刻的稳定性, 实现三柱固定, 从而很大程度地提高了融合率等优势, 后被广泛地运用在了脊柱外科手术中[13], 传统的经后正中入路进行椎弓根螺钉置入时需要将椎旁肌进行广泛的剥离, 会导致手术创伤大, 术中肌肉缺血、术后失神经支配及瘢痕化, 从而引起慢性腰背痛和功能障碍等问题。近年来, 随着人们对微创理念的不断深入、对解剖知识的不断学习, 这种“医源性损伤”迫使外科医生们需要寻求一种切合实际又符合生理的手术入路。1968年(见图1(A)), Wiltse等人提出从后正中线旁开30 mm做两个垂直切口向下经皮肤、皮下脂肪、筋膜等到达肌肉, 从多裂肌和最长肌之间的间隙施行腰椎手术的初步描述[11]。这一理念在当时未被广泛地接受。1988年(见图1(B)), Wiltse和Spencer提出一个后正中切口, 经皮肤、皮下脂肪, 从筋膜层向两侧分离到肌间隙部位。并相较之间提出从这个入路下做更多的事情, 例如切除椎间盘、置入椎弓根螺钉以及从椎管内向对侧减压[14]。标志着该技术正式以“Wiltse入路”之名确立, 并开始在全球脊柱外科界获得认可。再到2007年, Weaver提出了一种新的肌间隙入路-外侧肌内平面入路, 该入路是经腰竖脊肌的胸最长肌(内侧)和腰髂肋肌(外侧)之间。通过这个入路可以到达腰椎的横突及小关节的交界区域[15]。取得革命性进展的还是Wiltse等人, 这一入路随后被命名为“Wiltse入路”或“椎旁肌间隙入路”, 其核心优势在于利用了人体天然的解剖间隙, 避免了肌肉的纵向劈裂或广泛剥离, 从而最大限度保护了椎旁肌肉的神经支配和血液供应。

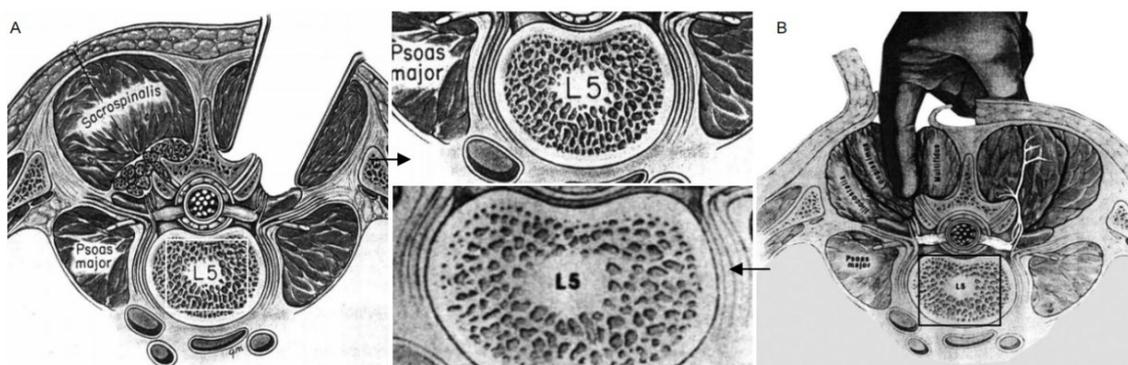


Figure 1. (A) Original Wiltse paraspinal intermuscular approach from 1968; (B) Improved Wiltse paraspinal intermuscular approach from 1988

图 1. (A) 1968年原始 Wiltse 椎旁肌间隙入路; (B) 1988年改良的 Wiltse 椎旁肌间隙入路

3. 解剖学基础

椎旁肌包括竖脊肌、多裂肌、半棘肌、回旋肌、横突间肌, 而竖脊肌又可分为棘肌、最长肌、髂肋肌。Wiltse入路指的是多裂肌与最长肌之间的天然间隙, 通过这个间隙可达腰椎关节突关节和横突等解剖结构, 实行置钉或其他操作的一种手术路径。这两块肌肉的生理功能、神经的支配及筋膜关系存在显著差异, 因此形成了一个天然的肌肉间隙[16]。

多裂肌起自骶骨和各腰、胸椎横突及第4~7颈椎关节突, 向内上走行, 止于上方2~4个椎骨的棘突。它主要受脊神经后支的内侧支支配。多裂肌位置最深, 腹侧及内侧附着在椎板、关节突和棘突。具有对抗脊柱的旋转和滑动等作用, 是维持脊柱稳定的重要肌群[17]。竖脊肌的中部为最长肌, 位于多裂肌的外侧, 肌纤维纵行。它主要受脊神经后支支配, 主要负责脊柱的伸展和侧屈等大范围运动。两者肌肉之间便是我们所探索的肌间隙, 此间隙内无重要血管和神经穿行, 为外科手术提供了一个可操作的空间。肌

间隙与中线的距离从 L1~2 到 L5~S1 分别约为 8、10、16、28、38 mm [18] [19]。

术前透视确定责任节段，可距后正中中线旁开约 2~4 cm 做纵形切口，切开皮肤及皮下组织及深筋膜层，显露肌间隙；亦或是从正中中线切开皮肤及皮下组织及深筋膜沿棘突旁向外侧剥离肌间隙，然后用血管钳或是手指进行钝性分离，显露骨性标志，即：上关节突外缘、横突的根部，完成置钉、减压等后续操作。

4. 临床应用

Wiltse 入路对于胸腰椎骨折的应用：胸腰段(T11~L2)是骨折的好发部位，是脊柱外科最常见的损伤类型之一[20]。传统后正中入路治疗胸腰椎骨折需要广泛剥离椎旁肌，进行螺钉置入。2018 年，Chang 等人发表在 *Medicine* 的一篇文章，通过随机对照试验直接对比了两种入路。结果证实了传统后正中入路组患者在术后 2 周、1、3、6 个月随访时的疼痛视觉模拟评分均显著高于椎旁肌入路组。证明传统正中入路与术后更明显、更持久的疼痛相关[21]。胸腰段 Wiltse 入路在置入椎弓根螺钉时，并不需要广泛性的剥离即可完成螺钉的置入、骨折的复位。特别是不伴有神经损伤的骨折。通过多裂肌与最长肌之间的间隙，可直接显露相关置钉的解剖结构——关节突关节、横突和椎弓根，便可达到手术目的。翟晓娜等人回顾性分析了 120 例胸腰椎骨折患者，其中 60 例以肌间隙入路处理，60 例以传统入路处理，肌间隙入路组在术中出血量、术后引流量较传统入路组减少，手术时间和住院时间较传统入路组缩短。董天云等人回顾性分析了 82 例胸腰椎骨折患者，其中 41 例以肌间隙入路处理，41 例以传统入路处理，肌间隙入路组在手术时间、出血量和住院时间等同样较传统入路组减少。刘俊辉等人通过影像学、组织学和电生理评估 75 例接受手术的病人，其中 35 例以肌间隙入路处理，40 例以传统入路处理，影像学显示，肌间隙入路组多裂肌横截面积在术前至最后随访间仅减少 7.6%，而传统入路组为 35.4%，且脂肪浸润较少。从组织学角度看，术后(内固定移除)组织传统入路组肌原纤维紊乱，直径和多裂肌横截面积分别减少 11.6%和 24.3%；此外，肌原纤维间隙因脂肪沉积和瘢痕形成而变大。肌间隙入路组则没有如此显著的变化。在电生理学上，传统入路组中位频率斜率在术前至术后 12 个月间显著增加 67.6%，平均振幅显著下降 17.5%。肌间隙入路组未发现显著变化。术后 12 个月，传统入路组的平均振幅显著较低，中位频率斜率高于肌间隙入路组。肌间隙入路显示多裂肌萎缩和去神经化的发生率较低，脂肪浸润较少。综上所述，这是一种有效且微创的治疗胸腰椎骨折方法。特别是对于老年患者及骨质疏松患者中较为突出，因为本身这类病人的肌肉恢复能力就弱，对手术的创伤更招架不住[22]-[25]。

Wiltse 入路对于腰椎退行性疾病的应用：腰椎退行性疾病代表的有腰椎间盘突出症、腰椎管狭窄症、退行性腰椎滑脱等，随着人口老龄化的问题，这类疾病的发病率逐年上升。对于这类疾病的诊治中，肌间隙入路在这些疾病的治疗中展现出独特价值，它可以精准地显露操作范围，避免了对椎旁肌的过度剥离，特别是极外侧的腰椎间盘突出症，保护后方韧带复合体，通过这个操作通道，可以完成神经减压、椎间盘的切除及融合器的植入。加快了术后恢复的时间[26]。Street 等人[27]直接比较了 Wiltse 入路与后正中入路治疗多种腰椎退行性疾病的疗效，结果显示，采用 Wiltse 入路的患者伤口裂开和感染风险更低，失血量更少，再次手术率更低。

Wiltse 入路对于其他脊柱疾病的应用：脊柱感染性疾病、脊柱肿瘤、脊柱畸形，肌间隙入路可用于引流及病灶清除[28]。部分位于椎弓根、横突或椎体后缘的良性肿瘤或转移瘤，可通过肌间隙入路行肿瘤切除术[29]。在某些轻度脊柱侧凸病例中，肌间隙入路可用于单侧椎弓根螺钉置入和矫形操作[30]。

Wiltse 入路的劣势：相较于传统的 PLIF、TLIF 的入路，Wiltse 入路具有学习曲线陡峭、深部视野受限、对神经根减压的局限性，以及术中由于牵拉过度可能导致的皮神经损伤等的劣势。能否精准定位并顺利分开多裂肌与最长肌之间的天然间隙，是决定 Wiltse 入路成败的首要一步。然而，这一间隙的解剖

“路标”并非一成不变，它随着个体差异和脊柱节段的不同而呈现出多样变化，辨识起来颇具挑战。对于初学者而言，稍有不慎就容易偏离路径，误入肌肉实体，其结果往往是术中出血增加，并对肌肉组织造成不必要的损伤。单建林等人[16]发表在《中国临床解剖学杂志》的一篇文献明确否定了体表存在稳定解剖标志的可能性，指出手术成功依赖于对腰椎筋膜的全面理解。Wiltse 入路面临的一个固有局限在于其狭窄的工作通道——这直接限制了对椎管、关节突等深层结构的直视视野。因此，操作在很大程度上依赖于术者的手感，经有限的窗口完成置钉等关节步骤。这无疑对空间感知和器械操控提出了极高要求。而视野受限等也带来了切实的风险。李海俊[31]的研究表明，这增加了硬脊膜撕裂和神经根损伤的风险。

5. 技术革新

Wiltse 入路自 20 世纪 60 年代诞生以来，随着科学技术的进步及发展，目前“微创”的理念不断深入人心，从开放到微创。从一开始的 Wiltse 入路运用双侧旁正中纵切口，虽然是对多裂肌的保护，但皮肤切口较长。随着科学技术的进步，这个方法与经皮椎弓根螺钉技术相辅相成，成就了微创经椎旁肌间隙入路。这个技术通常在 C 臂的引导下，通过 4 至更多的小切口，从皮肤、皮下组织、肌肉筋膜、肌肉等逐个扩张建立工作通道，实现了置入椎弓根螺钉的目的，更减小了手术创伤[32]。管状扩张牵开系统的应用是肌间隙入路的又一大进步。这些新的技术通过序列扩张器钝性分离肌间隙，并为术者提供了一个稳定的通道进行操作，使术者在获得良好视野的同时，能够进行更复杂的操作，如减压、椎间融合(MIS-TLIF)等[33]。

为了减少放射线的暴露及提高置钉的准确性，计算机导航和机器人辅助技术被引入到肌间隙入路手术中。例如术中三维导航：通过术前或术中三维影像(如 O 臂)进行判断，导航系统可以实时显示器械在椎弓根内的三维位置，极大提高了在有限视野下置钉的安全性和精确度[34]。手术机器人(如 Mazor、TiRobot 等)可以根据术前规划，通过机械臂将导针精准置入目标位置。肌间隙入路为机器人辅助置钉提供了理想的微创路径，两者结合实现了“精准”与“微创”的统一，尤其适用于解剖结构复杂或畸形的病例[35]。肌间隙入路已经从最初的胸腰椎骨折运用到更多的脊柱外科疾病，比如腰椎滑脱症、退变性脊柱侧凸畸形、胸椎疾病。

6. 总结与展望

Wiltse 入路是一种符合微创外科理念的经典且成熟的手术路径。其在腰椎疾病手术治疗中的广泛应用，更进一步说明了它的治疗效果与保护正常生理结构之间取得了良好平衡。充分的证据表明，该入路能有效保护多裂肌功能，显著改善围手术期体验，加速患者康复，且不牺牲中长期手术疗效。当然，Wiltse 入路也有它的不足之处，如解剖复杂性高、学习曲线陡峭、手术显露范围有限、翻修手术瘢痕组织增生等。随着技术的不断进步和器械的革新，肌间隙入路的适应证也在不断扩大，肌间隙入路有望成为更多腰椎后路手术的首选入路。需要更多的研究使患者从该术式中进一步受益。

参考文献

- [1] Chiu, A.P., Chia, C., Arendt-Nielsen, L. and Curatolo, M. (2024) Lumbar Intervertebral Disc Degeneration in Low Back Pain. *Minerva Anestesiologica*, **90**, 330-338. <https://doi.org/10.23736/s0375-9393.24.17843-1>
- [2] Brinjikji, W., Luetmer, P.H., Comstock, B., Bresnahan, B.W., Chen, L.E., Deyo, R.A., et al. (2014) Systematic Literature Review of Imaging Features of Spinal Degeneration in Asymptomatic Populations. *American Journal of Neuroradiology*, **36**, 811-816. <https://doi.org/10.3174/ajnr.a4173>
- [3] Ravindra, V.M., Senglaub, S.S., Rattani, A., Dewan, M.C., Härtl, R., Bisson, E., et al. (2018) Degenerative Lumbar Spine Disease: Estimating Global Incidence and Worldwide Volume. *Global Spine Journal*, **8**, 784-794. <https://doi.org/10.1177/2192568218770769>
- [4] Cheng, M., Xue, Y., Cui, M., Zeng, X., Yang, C., Ding, F., et al. (2025) Global, Regional, and National Burden of Low

- Back Pain: Findings from the Global Burden of Disease Study 2021 and Projections to 2050. *Spine*, **50**, E128-E139. <https://doi.org/10.1097/brs.0000000000005265>
- [5] Chang, D., Lui, A., Matsoyan, A., Safaei, M.M., Aryan, H. and Ames, C. (2024) Comparative Review of the Socioeconomic Burden of Lower Back Pain in the United States and Globally. *Neurospine*, **21**, 487-501. <https://doi.org/10.14245/ns.2448372.186>
- [6] Yaman, O., Gushcha, A., Vaishya, S., Zileli, M., Zygourakis, C. and Oertel, J. (2024) The Role of Conservative Treatment in Lumbar Disc Herniations: WFNS Spine Committee Recommendations. *World Neurosurgery: X*, **22**, Article ID: 100277. <https://doi.org/10.1016/j.wnsx.2024.100277>
- [7] Pranata, R., Lim, M.A., Vania, R. and July, J. (2020) Biportal Endoscopic Spinal Surgery versus Microscopic Decompression for Lumbar Spinal Stenosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurgery*, **138**, e450-e458. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.02.151>
- [8] Staats, P.S., Hagedorn, J.M., Reece, D.E., Strand, N.H. and Poree, L. (2023) Percutaneous Image-Guided Lumbar Decompression and Interspinous Spacers for the Treatment of Lumbar Spinal Stenosis: A 2-Year Medicare Claims Benchmark Study. *Pain Practice*, **23**, 776-784. <https://doi.org/10.1111/papr.13256>
- [9] Fleege, C., Rickert, M. and Rauschmann, M. (2015) PLIF- und TLIF-Verfahren. Indikation, Technik, Vor- und Nachteile. *Der Orthopäde*, **44**, 114-123. <https://doi.org/10.1007/s00132-014-3065-9>
- [10] Schnake, K.J., Rappert, D., Storzer, B., Schreyer, S., Hilber, F. and Mehren, C. (2018) Lumbale Spondylodese—Indikationen und Techniken. *Der Orthopäde*, **48**, 50-58. <https://doi.org/10.1007/s00132-018-03670-w>
- [11] Wiltse, L.L., Bateman, J.G., Hutchinson, R.H. and Nelson, W.E. (1968) The Paraspinal Sacrospinalis-Splitting Approach to the Lumbar Spine. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **50**, 919-926. <https://doi.org/10.2106/00004623-196850050-00004>
- [12] Boucher, H.H. (1959) A Method of Spinal Fusion. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, **41**, 248-259. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.41b2.248>
- [13] Gautschi, O.P., Schatlo, B., Schaller, K. and Tessitore, E. (2011) Clinically Relevant Complications Related to Pedicle Screw Placement in Thoracolumbar Surgery and Their Management: A Literature Review of 35,630 Pedicle Screws. *Neurosurgical Focus*, **31**, E8. <https://doi.org/10.3171/2011.7.focus11168>
- [14] Wiltse, L.L. and Spencer, C.W. (1988) New Uses and Refinements of the Paraspinal Approach to the Lumbar Spine. *Spine*, **13**, 696-706. <https://doi.org/10.1097/00007632-198813060-00019>
- [15] Weaver, E.N. (2007) Lateral Intramuscular Planar Approach to the Lumbar Spine and Sacrum. *Journal of Neurosurgery: Spine*, **7**, 270-273. <https://doi.org/10.3171/spi-07/08/270>
- [16] 单建林, 张志成, 陈萌萌, 等. 腰椎手术 Wiltse 入路准确进入多裂肌与最长肌间隙的解剖学基础[J]. 中国临床解剖学杂志, 2021, 39(6): 631-634.
- [17] Hofste, A., Soer, R., Hermens, H.J., Wagner, H., Oosterveld, F.G.J., Wolff, A.P., *et al.* (2020) Inconsistent Descriptions of Lumbar Multifidus Morphology: A Scoping Review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **21**, Article No. 312. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03257-7>
- [18] Palmer, D.K., Allen, J.L., Williams, P.A., Voss, A.E., Jadhav, V., Wu, D.S., *et al.* (2011) Multilevel Magnetic Resonance Imaging Analysis of Multifidus-Longissimus Cleavage Planes in the Lumbar Spine and Potential Clinical Applications to Wiltse's Paraspinal Approach. *Spine*, **36**, 1263-1267. <https://doi.org/10.1097/brs.0b013e3181f520e8>
- [19] Vialle, R., Wicart, P., Drain, O., Dubouset, J. and Court, C. (2006) The Wiltse Paraspinal Approach to the Lumbar Spine Revisited: An Anatomic Study. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **445**, 175-180. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000203466.20314.2a>
- [20] Prajapati, H.P. and Kumar, R. (2020) Thoracolumbar Fracture Classification: Evolution, Merits, Demerits, Updates, and Concept of Stability. *British Journal of Neurosurgery*, **35**, 92-97. <https://doi.org/10.1080/02688697.2020.1777256>
- [21] Chang, W., Zhang, D., Liu, W., Lian, X., Jiao, Z. and Chen, W. (2018) Posterior Paraspinal Muscle versus Post-Middle Approach for the Treatment of Thoracolumbar Burst Fractures: A Randomized Controlled Trial. *Medicine*, **97**, e11193. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000011193>
- [22] Jiang, F., Li, X., Liu, L., Xie, Z., Xu, Y., Ren, G., *et al.* (2022) The Mini-Open Wiltse Approach with Pedicle Screw Fixation versus Percutaneous Pedicle Screw Fixation for Treatment of Neurologically Intact Thoracolumbar Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurgery*, **164**, 310-322. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.05.119>
- [23] 翟晓娜, 于芳, 冯志杰, 等. Wiltse 入路与后正中入路椎弓根内固定治疗胸腰椎骨折的疗效分析[J]. 国际骨科学杂志, 2025, 46(5): 332-336.
- [24] 董天云. 不同入路椎弓根螺钉内固定术在胸腰段脊柱骨折中的应用效果比较[J]. 大医生, 2025, 10(12): 43-45.
- [25] Junhui, L., Zhengbao, P., Wenbin, X., Lu, H., Shengyun, L., Shunwu, F., *et al.* (2017) Comparison of Pedicle Fixation

- by the Wiltse Approach and the Conventional Posterior Open Approach for Thoracolumbar Fractures, Using MRI, Histological and Electrophysiological Analyses of the Multifidus Muscle. *European Spine Journal*, **26**, 1506-1514. <https://doi.org/10.1007/s00586-017-5010-1>
- [26] Liu, H., Li, J., Sun, Y., Wang, X., Wang, W., Guo, L., *et al.* (2022) A Comparative Study of a New Retractor-Assisted WILTSE TLIF, MIS-TLIF, and Traditional PLIF for Treatment of Single-Level Lumbar Degenerative Diseases. *Orthopaedic Surgery*, **14**, 1317-1330. <https://doi.org/10.1111/os.13289>
- [27] Street, J.T., Andrew Glennie, R., Dea, N., DiPaola, C., Wang, Z., Boyd, M., *et al.* (2016) A Comparison of the Wiltse versus Midline Approaches in Degenerative Conditions of the Lumbar Spine. *Journal of Neurosurgery: Spine*, **25**, 332-338. <https://doi.org/10.3171/2016.2.spine151018>
- [28] 夏进先, 祝茂松, 龚俊, 等. 椎旁肌间隙入路经关节突病灶清除椎体间植骨融合治疗腰椎间隙感染[J]. *骨科*, 2022, 13(5): 458-460.
- [29] 李丹, 罗冬冬, 赵海林, 等. 椎旁肌肉间隙入路手术切除胸腰椎旁肿瘤的疗效分析[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2023, 28(6): 383-385.
- [30] Kieser, D.C., Thakar, C., Cunningham, G., Vidakovic, H., Hammer, N. and Nnadi, C. (2020) The Value of a Modified Wiltse Approach for Deformity Correction in Neuromuscular Scoliosis. *International Journal of Spine Surgery*, **14**, 170-174. <https://doi.org/10.14444/7023>
- [31] 李海俊. 经二次改良 Wiltse 入路脊柱手术的基础及临床研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京医科大学, 2015.
- [32] Li, H., Yang, L., Xie, H., Yu, L., Wei, H. and Cao, X. (2015) Surgical Outcomes of Mini-Open Wiltse Approach and Conventional Open Approach in Patients with Single-Segment Thoracolumbar Fractures without Neurologic Injury. *Journal of Biomedical Research*, **29**, 76-82.
- [33] Lin, H.B., Wu, X.W., Li, R.Y., Dai, J.H. and Chen, X.H. (2010) [Metrx Quadrant System in the Surgery of Lumbar Spondylolisthesis: Preliminary Clinical Application]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, **90**, 1756-1759.
- [34] Tian, N., Huang, Q., Zhou, P., Zhou, Y., Wu, R., Lou, Y., *et al.* (2010) Pedicle Screw Insertion Accuracy with Different Assisted Methods: A Systematic Review and Meta-Analysis of Comparative Studies. *European Spine Journal*, **20**, 846-859. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1577-5>
- [35] Joseph, J.R., Smith, B.W., Liu, X. and Park, P. (2017) Current Applications of Robotics in Spine Surgery: A Systematic Review of the Literature. *Neurosurgical Focus*, **42**, E2. <https://doi.org/10.3171/2017.2.focus16544>