

# DIERS formetric 3D评估系统结合医学运动康复在腰椎间盘突出症中医精准康复中的研究进展

林颖<sup>1,2</sup>, 陈槿<sup>1</sup>, 黄子桐<sup>1</sup>, 苏美意<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>广州中医药大学第五临床医学院, 广东 广州

<sup>2</sup>广东省第二中医院针灸康复科, 广东 广州

收稿日期: 2026年5月25日; 录用日期: 2026年6月18日; 发布日期: 2026年6月26日

## 摘要

腰椎间盘突出症(LDH)是临床高发的脊柱退行性疾病, 中医康复治疗手段多样但评估客观化不足、个体化精准度不高。DIERS formetric 3D作为一种无辐射、可量化的表面形貌脊柱三维评估系统, 在脊柱侧凸评估中已获高质量证据验证, 并逐步向退行性脊柱疾病延伸。医学运动康复(MTT)作为标准化主动康复体系, 在改善腰椎稳定性、预防复发方面具有独特优势。本文系统回顾DIERS formetric 3D assessment system的技术原理、信效度研究进展及在脊柱疾病中的应用现状, 总结MTT治疗LDH的循证医学证据, 并基于中医“筋骨失衡、辨证论治”理论, 探讨将二者整合入LDH中医精准康复体系的理论依据与实践路径。提出构建“无辐射评估-主动康复-中医药治疗”三位一体的精准康复模式, 以期为LDH的中西医结合康复提供新思路。

## 关键词

腰椎间盘突出症, DIERS formetric 3D, 表面形貌, 医学运动康复, 中医康复, 精准医学

# Research Progress of DIERS formetric 3D Assessment System Combined with Medical Training Therapy in the Precision Rehabilitation of Lumbar Disc Herniation with Traditional Chinese Medicine

\*通讯作者。

文章引用: 林颖, 陈槿, 黄子桐, 苏美意. DIERS formetric 3D 评估系统结合医学运动康复在腰椎间盘突出症中医精准康复中的研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(6): 2119-2127. DOI: 10.12677/acm.2026.1662432

Ying Lin<sup>1,2</sup>, Jin Chen<sup>1</sup>, Zitong Huang<sup>1</sup>, Meiyi Su<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>The Fifth Clinical Medical College of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou Guangdong

<sup>2</sup>Department of Acupuncture and Rehabilitation, Guangdong Second Traditional Chinese Medicine Hospital, Guangzhou Guangdong

Received: May 25, 2026; accepted: June 18, 2026; published: June 26, 2026

## Abstract

Lumbar disc herniation (LDH) is a common degenerative spinal disease that frequently affects middle-aged and older adults. While traditional Chinese medicine (TCM) offers various rehabilitation approaches, most of these rely heavily on subjective clinical assessments and lack objective, quantifiable evaluation tools. The DIERS formetric 3D system enables radiation-free, three-dimensional reconstruction of spinal morphology and has been validated for scoliosis evaluation. Medical training therapy (MTT) is a standardized active rehabilitation system that shows promise for improving lumbar stability and preventing recurrence. This review summarizes the technical principles, reliability, and validity of DIERS formetric 3D assessment system, along with the evidence supporting MTT for LDH rehabilitation. Drawing on the TCM theory of “tendon-bone disharmony” and syndrome differentiation, the review examines the rationale for integrating these methods into a precision rehabilitation model. A “radiation-free assessment-active rehabilitation-TCM characteristic therapies” framework is proposed for LDH management.

## Keywords

Lumbar Disc Herniation, DIERS formetric 3D, Surface Topography, Medical Training Therapy, Traditional Chinese Medicine Rehabilitation, Precision Medicine

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

腰椎间盘突出症(lumbar disc herniation, LDH)是临床高发的脊柱退行性疾病, 由椎间盘组织突出刺激或压迫神经根、马尾神经所致, 临床主要表现为腰痛、下肢放射痛及麻木等症状[1]。流行病学调查显示, 腰痛位居全球疾病负担前 10 位, 我国 LDH 平均患病率高达 8%~25%, 且呈年轻化趋势[2]-[4]。该病反复发作, 病情迁延, 严重影响患者生活质量, 给家庭和社会带来较重经济负担[5]。

中医药治疗 LDH 具有独特优势。推拿、针刺、中药内服外敷、小针刀等手段疗效确切、安全性高[6]。然而, 现有中医康复模式普遍存在两大痛点: 一是评估工具主观性强, 多依赖医师触诊和患者自评量表, 缺乏客观、量化的脊柱形态与功能评估手段, 难以实现精准诊断和个体化治疗[7]; 二是“重治疗、轻康复”现象突出, 院前预防和院后主动康复管理薄弱, 导致复发率偏高[8][9]。精准医学的核心理念是根据个体差异制定个性化防治方案, 与中医“辨证论治”高度契合[9][10]。近年来, 无辐射、可量化的脊柱形态评估系统与标准化主动康复体系的发展, 为破解上述难题提供了技术可能。

DIERS formetric 3D 系统利用表面形貌技术, 可在无辐射条件下快速重建脊柱三维形态, 精准测量脊柱侧弯角、椎体旋转角、骨盆倾斜等参数, 为 LDH 的精准诊断和疗效评估提供客观工具[11]-[13]。医学

运动康复(medical training therapy, MTT)作为起源于欧洲的标准化主动康复体系,强调通过系统化的肌肉力量、耐力、协调性训练重建脊柱动态稳定性[14]。本文系统综述上述两项技术的研究进展,探讨将其整合入LDH中医精准康复体系的理论依据与实践路径。

## 2. DIERS formetric 3D 评估系统的技术原理与信效度研究

### 2.1. 技术原理与主要参数

DIERS formetric 3D 评估系统(德国 DIERS 公司)基于表面形貌学,利用摩尔纹地形和光学三角测量技术,将可见光通过光栅板投射至受检者背部,自动检测脊柱解剖标志点(C7 棘突至骶骨棘突及双侧髂后上棘),结合内置生物力学模型生成脊柱三维实时图像[11]。扫描仅需约 2 分钟,无电离辐射,无需体表标记。输出参数包括:脊柱侧弯角、椎体旋转角、胸椎后凸角、腰椎前凸角、骨盆倾斜角及躯干不对称指数等[12]。2024 年 Weigel 等[11]发表的一项观察性研究显示,DIERS 光栅扫描与骨科专家临床评估在躯干失衡、胸椎后凸角及腰椎前凸角等方面均存在显著差异,提示该技术能够提供不同于传统体格检查的量化信息,在姿势评估中具有独特价值。顾江鹏等篇[15]的研究中,利用表面形貌技术对 149 例 LDH 患者手法治疗前后的三维侧凸角进行测量,结果显示治疗前后三维侧凸角各投影面之间存在相关性,且与主观量表存在相关性,验证了三维侧凸角在手法疗效客观量化评估中的有效性。

### 2.2. 信度与效度研究进展

DIERS formetric 3D 评估系统在脊柱侧凸领域的信效度研究较为充分。Kluba 等[12]报道健康受试者中 DIERS 测量具有良好的重测信度。2025 年, Li 等[13]发表一篇纳入 23 项研究共 2672 例受试者的系统综述与荟萃分析,结果显示:① 脊柱侧凸角与不对称指数具有充分的效标效度;② 矢状面参数具有充分的构念效度;③ 椎体旋转参数的效度不足,提示该技术评估旋转时需谨慎;④ 无辐射优势使其特别适合需多次重复评估的随访场景。在健康儿童群体中, Wilczyński J.等[16]使用 DIERS formetric III 4D 系统对 303 名 10~12 岁儿童进行脊柱三维测量,建立了原创的体态分型标准,进一步验证了该系统在无辐射大规模筛查中的可行性。Roman 等[17]通过 DIERS formetric 4D 系统测量 218 例腰痛患者的脊柱表面形貌参数,发现冠状面和矢状面失衡、骨盆倾斜、躯干扭转等参数与主观功能评分呈显著相关,据此建立的预测模型对腰痛功能残疾类别的预测准确率为 56.8%至 66.4%,表明 DIERS 表面形貌参数可作为腰痛功能残疾客观量化的潜在临床工具。对于脊柱退行性疾病,尽管直接证据尚少,但可应用 DIERS formetric 3D 评估系统测量的腰椎前凸角、骨盆倾斜等参数已被证实与腰椎间盘退变程度及疼痛评分显著相关[18]。因此,无辐射、快速、低成本的优势使 DIERS formetric 3D 评估系统在需要频繁重复评估的 LDH 长期随访中极具潜力。

## 3. 表面形貌评估在腰椎退行性疾病中的应用进展

近年来,有学者系统总结了体表形态度量在脊柱弯曲异常中的应用进展,指出三维成像检测技术(如 DIERS formetric 3D 评估系统)突破了以往技术瓶颈,测量精度显著提高,已广泛应用于脊柱弯曲异常的临床工作,且未来发展方向应满足直接测量、清晰解剖标志、简化方案及明确指标正常阈值等条件[13]。这些发现为 DIERS formetric 3D 评估系统在 LDH 康复中的标准化应用提供了参考依据。然而,与脊柱侧凸领域相比,DIERS formetric 3D 评估系统用于 LDH 的高质量研究仍较为有限。有研究者应用动态光栅立体摄影技术(DIERS formetric 4D)、DIERS formetric 3D 评估系统测定了不同年龄段健康成人的脊柱姿势参数,建立了相应参考值范围,为临床判断病理性姿势改变提供了正常参照[19][20]。另有研究发现,腰椎间盘退变患者常伴有腰椎前凸角减小和骨盆后倾,且这些参数与 LDH 的严重程度及疼痛评分之间存在

显著相关性[21],提示上述指标可作为评估 LDH 患者整体生物力学状态的有效参数。由于 LDH 复发率较高,患者往往需要接受多次影像学随访,而 X 线、CT 检查存在累积辐射风险[22],对年轻患者尤其[23];MRI 虽无辐射,但检查费用较高、耗时偏长。DIERS formetric 3D 评估系统具备无辐射、快速扫描、成本低等优点,在需要重复评估的随访场景中具有明显优势,对 LDH 患者的长期康复管理和复发预警有较好应用价值[24]。

## 4. 医学运动康复治疗腰椎间盘突出症的循证医学证据

### 4.1. MTT 的核心要素与阶段划分

医学运动康复(medical training therapy, MTT)是一套源于欧洲的标准化主动康复体系,其训练方案遵循 FITT-VP 原则(频率、强度、时间、类型、总量及进阶模式, Frequency-Intensity-Time-Type-Volume-Progression, FITT-VP) [14]。在 LDH 康复过程中,MTT 的核心目标是重建局部及整体的本体感觉功能、提高脊柱的关节稳定性与运动控制能力,而非单纯追求关节活动度和肌力的提升[25]。MTT 训练方案通常分为以下四个递进阶段:① 局部稳定肌激活训练,包括深感觉层面的腹横肌、多裂肌等核心肌群自主收缩训练;② 静态稳定控制训练,即在不同支撑面条件下保持脊柱中立位的能力训练;③ 动态稳定整合训练,在肢体运动中维持核心肌群稳定的协调性训练;④ 反应性稳定调节训练,是在加入外界干扰或快速动作变化时对脊柱稳定性的调控训练。这种由浅入深、由静到动的结构化进阶模式,与中医“循序渐进、筋骨并重”的治疗理念具有内在一致性。

### 4.2. 运动疗法治疗 LDH 的临床证据

近年来,运动疗法被广泛应用于腰痛相关疾病治疗。Guo 等[26]进行了系统综述与网络荟萃分析,比较不同类型核心训练对慢性非特异性腰痛的疗效,结果显示运动控制训练(motor control training, MCT)在改善疼痛和功能方面效果最佳,为 MTT 的核心稳定性训练提供了高级别证据。国内临床研究也证实,腰部核心肌力训练联合体外冲击波可显著降低 LDH 患者血清 IL-1 $\beta$ 、IL-6、TNF- $\alpha$  等炎症因子水平,改善腰椎活动度和功能[27]。此外,腰椎定点侧扳联合康复运动的随机对照试验显示,联合治疗组在有效率、VAS、ODI 及复发率方面均优于常规牵引组[28],表明主动康复与手法治疗协同增效。

中医传统运动疗法如八段锦、太极拳等,本质上属于低强度、整合身心、强调核心稳定与呼吸配合的主动运动模式,与 MTT 理念相通[29][30]。2025 年发表的一项随机对照试验显示,核心肌群训练联合八段锦可显著提高 LDH 患者的 JOA 评分、腰椎活动度及生活质量(SF-36),并改善血液流变学指标(血浆黏度、红细胞聚集指数等)[31]。有研究[32]发现,分期针刺配合运动康复训练可提高 LDH 患者的神经传导速度,改善 RMDQ 及 JOA 评分,促进运动功能恢复。上述研究提示,MTT 的结构化评估与进阶理念同中医传统运动疗法相结合,有望形成更具个体化、可操作性的中医运动康复方案。此外,针刺联合运动康复训练的系统综述与网状 Meta 分析亦证实,针刺与康复训练的联合应用在缓解 LDH 患者疼痛、改善腰椎功能方面具有协同效应[33],这为 MTT 与中医针刺疗法在本整合模型中的有机结合提供了进一步的循证依据。

## 5. “筋骨失衡”理论与精准康复模式的整合

### 5.1. 中医对 LDH 病因病机的认识

LDH 属于中医学“腰痛”、“痹证”、“腰腿痛”范畴。《素问·脉要精微论》云:“腰者,肾之府,转摇不能,肾将惫矣。”肾主骨生髓,肾精亏虚则腰府失养,椎间盘退变加速。现代中医临床多认为 LDH 的核心病机为“肾虚血瘀、筋骨失衡”。肝主筋,肾主骨,肝肾同源,精血互生;若肝肾亏虚,则

筋脉失养, 腰椎稳定性下降, 加之跌仆劳损、外感风寒湿邪, 导致“骨错缝、筋出槽”, 局部力学环境紊乱, 神经根受压或刺激, 产生腰痛及下肢放射痛[34]。近年的指南[35][36]均将“筋骨并重”、“辨证论治”作为核心治疗原则, 推荐身痛逐瘀汤、肾着汤、四妙散、独活寄生汤等方剂及手法、针刺、传统功法等非药物疗法。

## 5.2. “筋骨失衡”的生物力学内涵与 DIERS formetric 3D 评估系统评估

中医用“骨错缝、筋出槽”概括脊柱关节错位与软组织功能紊乱的病理状态。从生物力学角度看, 这一概念对应椎体微小移位、椎间盘退变、小关节错位、韧带松弛以及核心肌群激活异常等因素共同作用所致的脊柱动态稳定性下降。DIERS formetric 3D 评估系统可定量评估脊柱在冠状面、矢状面以及骨盆水平面的三维排列状态, 为“骨错缝”提供量化指标。同时, 该系统通过动态扫描可间接反映躯干肌群的对称性和功能代偿模式, 对“筋出槽”的判断提供参考依据。这为中医骨伤科手法治疗的“精准定位”创造了可视化条件, 有助于减少手法操作对 X 线的依赖[37]。

## 6. 本整合康复模型的局限性分析与潜在挑战

尽管将 DIERS formetric 3D 评估系统与医学运动康复(MTT)整合入腰椎间盘突出症(LDH)中医精准康复体系具有理论上的创新性与临床潜力, 但该模型在技术、方法学、现实应用及理论整合层面仍存在显著局限。坦诚识别并讨论这些局限, 对于推动模型的成熟与临床转化至关重要。

### 6.1. DIERS formetric 3D 评估系统在 LDH 人群中的应用局限与技术难点

首先, 信效度证据的外推性不足。当前 DIERS formetric 3D 评估系统的高质量信效度证据主要集中于青少年特发性脊柱侧凸人群, 而 LDH 患者多伴有退变性脊柱改变, 如椎间隙高度丢失、节段性失稳、骨赘形成及代偿性侧凸等, 其三维形态畸变模式与侧凸存在本质差异。目前尚无研究专门报告 DIERS formetric 3D 评估系统在 LDH 人群中的重测信度、评估者间信度, 以及以 X 线或 MRI 为金标准的效标效度。这可能导致该系统在退行性病变中的测量误差被系统性低估。其次, 椎体旋转参数的准确性存在技术瓶颈。多项研究一致表明, 表面形貌技术对椎体旋转角度的测量存在系统性低估, 尤其在旋转角度  $> 10^\circ$  时误差显著增加。对于 LDH 患者而言, 旋转异常虽非核心表现, 但常伴随侧凸或骨盆代偿出现。目前该参数在 LDH 人群中的临床解读尚需更多验证, 未来研究应着重建立退行性病变特异的旋转测量校正策略。第三, 体位与软组织干扰不可忽视。DIERS formetric 3D 评估系统测量要求患者站立于标准姿势位, 但 LDH 患者常因疼痛而出现保护性侧倾、屈曲或旋转, 这种“病理性代偿姿势”可能被系统误读为结构性异常。此外, 背部软组织厚度、肌肉张力不对称等也会影响光栅投影的准确性, 尤其在肥胖或肌肉萎缩患者中更为突出。

### 6.2. MTT 相较于其他运动疗法的特点与证据现状

MTT 作为一套标准化的主动康复体系, 其核心优势在于遵循 FITT-VP 原则(频率、强度、时间、类型、总量及进阶模式, Frequency-Intensity-Time-Type-Volume-Progression, FITT-VP)的结构化进阶流程, 能够根据患者功能水平实现个体化、量化的训练处方。现有高级别证据表明, 运动控制训练(motor control training, MCT)是目前 LDH 康复中改善疼痛与功能最有效的核心训练类型[38], 而 MCT 正是 MTT 体系中的核心组成模块之一。与此同时, 中医传统运动疗法如八段锦、太极拳在长期疼痛管理、复发率控制及身心调节方面也显示出良好效果[31], 且具有患者接受度高、居家可操作性强、无需设备等优势。然而, 目前尚缺乏 MTT 与八段锦、太极拳等传统功法之间的随机对照试验(randomized controlled trial, RCT), 两者联合应用的剂量-效应研究仍缺乏。因此, 不同病程阶段或患者亚群中 MTT 与传统功法的优势边界

尚不明确。从推广应用角度看, MTT 对设备、场地及督导人员的配置要求高于传统功法, 制约了其在基层的普及。较高的实施门槛也体现了 MTT 作为标准化康复体系的基本特征, 即可通过负荷的精准控制与进阶设计, 实现可重复、可评估的疗效, 尤其适用于需要量化评价的临床研究。八段锦等传统功法虽便于基层推广, 但其动作幅度、持续时间等关键剂量参数尚未形成统一标准, 在高质量临床研究中存在一定局限。

综上, MTT 并非优于传统功法, 而是在标准化、可量化和进阶设计方面具有独特优势, 更适合作为结构化康复处方的主干, 传统功法可作为补充或维持期替代方案。未来研究需开展 MTT 与八段锦的相关 RCT, 探索二者在不同 LDH 亚群中的互补或替代模式。

### 6.3. 模型在现实医疗环境中的经济和操作壁垒

DIERS formetric 3D 系统与 MTT 整合方案的有效实施面临多重现实挑战。设备成本方面, 该系统采购价格较高, 限制了其在基层医疗机构和社区康复中心的大规模装备。标准化建设方面, 当前 DIERS formetric 3D 评估系统扫描的参数解读、质量控制及与临床决策的整合尚缺乏统一的操作规范, 不同机构间的评估结果难以横向比较, 亟需建立标准化的操作流程与培训体系, 为技术规范化和临床普及提供支撑。收费政策方面, 脊柱三维姿势评估尚未纳入国家及多数地区的医疗服务价格项目目录, 暂不能作为常规收费项目开展, 影响了技术推广的可持续性。患者管理方面, MTT 要求患者规律来院或居家训练, 而 LDH 患者多为中青年劳动力, 时间精力有限, 长期依从性普遍不足。上述问题均有待进一步研究和政策推动。

### 6.4. 中医理论与现代生物力学模型整合中可能存在的困难

尽管 DIERS formetric 3D 系统可从骨性结构维度为“筋骨失衡”提供量化参考, 但将其与中医理论深度整合仍面临若干困难。首先, 评估维度不对等。中医“筋”涵盖肌肉、肌腱、韧带等软组织功能网络, 强调其动态整体性, 而 DIERS formetric 3D 评估系统主要通过体表形貌评估骨性结构, 尚无法直接量化肌张力、筋膜滑动性等“筋”的核心属性, 存在“以骨代筋”的测量缺口。其次, 辨证分型与生物力学参数的映射关系尚未建立。腰椎前凸角、骨盆倾斜角等参数与 LDH 常见证型(如寒湿、血瘀、肾虚)之间的相关性缺乏实证数据支撑, 难以直接依据生物力学指标进行辨证处方。此外, 中医强调整体调节与系统平衡, 而 DIERS formetric 3D 评估系统 + MTT 模型侧重于结构测量与局部肌肉训练, 两者在临床决策逻辑上存在一定张力。实现有效整合的关键在于明确主次关系——以中医辨证为顶层逻辑, 生物力学参数作为多维度参考工具, 而非简单替代。上述理论衔接问题有待进一步探索完善。

### 6.5. 未来研究方向

针对上述局限性, 本模型的临床转化可遵循三个阶段逐步推进: 第一阶段开展横断面研究, 验证 DIERS formetric 3D 评估系统参数与 LDH 患者影像学指标(MRI)及临床评分的相关性, 明确关键生物力学参数; 第二阶段进行可行性与小样本试点研究, 探索并优化“DIERS formetric 3D 评估系统评估-MTT 康复-中医药治疗”整合方案的具体流程、干预节点及评价指标; 第三阶段设计并实施大规模多中心随机对照试验, 严格评估整合模型的疼痛、功能、复发率等临床疗效及成本效果比, 为临床推广提供高级循证证据。

综上, 可预计构建整合性精准康复模式是未来重要方向。将 DIERS formetric 3D 评估系统评估、MTT 主动康复与中医辨证论治有机结合, 形成“无辐射评估-主动康复-中医药特色治疗”三位一体的闭环管理体系, 可实现从经验康复向数据驱动的精准康复转变。尽管目前尚无直接以该整合模式为干预主体的临床研究报告, 但手法、核心训练、针刺联合运动康复等核心要素在 LDH 中的应用均已显示出积极疗

效[28] [31] [32], 且已有证据表明体表形貌参数与 LDH 患者症状学评分的改善具有正相关关系[39]、DIERS formetric 3D 评估系统已开始应用于腰痛相关临床研究[17], 为该整合方案的临床探索提供了初步实践基础, 仍需开展多中心、大样本、长随访的随机对照试验, 系统评估该模式的临床疗效与卫生经济学价值。此外, 未来可将 DIERS formetric 3D 评估系统大样本数据与中医体质、证候辨证数据相结合, 利用机器学习方法构建 LDH 中医精准康复的临床决策支持模型, 推动个体化治疗方案的智能化生成。在人工智能辅助中医传承方面, 已有研究探讨了 AI 在名老中医经验数字化传承中的应用路径[40], 以及名老中医经验与医学人文在大语言模型时代数字化转型的方向[41], 这些探索为本模型中中医辨证思路与 AI 技术的深度融合提供了方法学参考。与此同时, 人工智能辅助脊柱评估技术近年来发展迅速。有研究基于深度学习模型, 利用脊柱 X 线片自动预测矢状面脊柱骨盆参数, 在外部验证集中表现出较高的准确性与泛化能力[42]。这提示, 未来可考虑将 AI 自动测量技术引入 DIERS 3D 评估系统, 实现脊柱参数的智能化提取, 进一步提升评估效率与数据一致性。

## 7. 结语

DIERS formetric 3D 评估系统作为一种无辐射、可量化的表面形貌脊柱三维测量技术, 在脊柱侧凸评估中已积累高质量信效度证据, 并开始向腰椎退行性疾病延伸。医学运动康复(MTT)通过主动、标准化的核心稳定性训练, 在改善 LDH 患者疼痛和预防复发方面具有明确循证医学支持。将两者与中医“筋骨失衡、辨证论治”理论及中医药特色疗法有机整合, 构建“无辐射评估-主动康复-中医药治疗”三位一体的 LDH 中医精准康复模式, 理论依据充分, 实践路径清晰。尽管目前仍面临设备成本、旋转评估准确性、LDH 人群专门验证等挑战, 但随着技术迭代和临床研究的深入, 该模式有望为 LDH 的规范化、精准化、全周期康复提供新方案, 并推动中西医结合康复向客观化、个体化、智能化方向发展。

## 利益冲突声明

本文所有作者均声明不存在利益冲突。

## 基金项目

广州中医药大学大学生创新创业训练计划项目(项目编号: 202510572281); 广东省教育厅教学改革研究项目(项目编号: 2025JD001); 广州市卫生健康委员会科研项目(穗卫函[2023]2318 号-1); 广东省中医药局科研项目(20241013); 广州中医药大学科研项目(GZYSE2024C04); 广州中医药大学专业学位研究生教学案例库建设培育项目(研生[2025]135 号); 广州中医药大学研究生课程思政建设项目(研生[2025]136 号)。

## 参考文献

- [1] 世界中医药学会联合会骨质疏松专业委员会, 上海中医药大学附属龙华医院, 中日友好医院, 教育部筋骨理论与治法重点实验室. 腰椎间盘突出症中西医结合诊疗专家共识[J]. 世界中医药, 2023, 18(7): 945-952.
- [2] GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators (2018) Global, Regional, and National Incidence, Prevalence, and Years Lived with Disability for 354 Diseases and Injuries for 195 Countries and Territories, 1990-2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, **392**, 1789-1858. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)32279-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)32279-7)
- [3] 余晓艳, 史胜苗, 刘芳琴. 青少年腰椎间盘突出症流行病学及危险因素分析[J]. 湖南师范大学学报: 医学版, 2018, 15(5): 101-104.
- [4] 周谋望, 岳寿伟, 何成奇, 等. “腰椎间盘突出症的康复治疗”中国专家共识[J]. 中国康复医学杂志, 2017, 32(2): 129-135.
- [5] 吴晓飞, 陈锋, 刘宁, 陆佳辰, 廖星栋, 黄知见, 吴海桓, 闫乾. 腰椎间盘突出症中西医治疗方法选择[J]. 辽宁中医药大学学报, 2018, 20(11): 163-167.

- [6] 刘泳丽. 基层医疗机构腰椎间盘突出症中医适宜技术的集成优化及其应用效果临床观察[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西中医药大学, 2022.
- [7] 申晓伟, 刘建平. 精准医学与中医学[J]. 中国中西医结合杂志, 2018, 38(1): 10-13.
- [8] GBD 2021 Low Back Pain Collaborators (2023) Global, Regional, and National Burden of Low Back Pain, 1990-2020, Its Attributable Risk Factors, and Projections to 2050: A Systematic Analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Rheumatology*, **5**, e316-e329.
- [9] 李玉娟, 李连达, 李贻奎. 精准医疗与辨证施治[J]. 医学争鸣, 2016, 37(1): 5-7.
- [10] Kumar, S., Awadhiya, B., Ratnakumar, R., Thalengala, A., Areeckal, A.S. and Nanjappa, Y. (2024) A Review of 3D Modalities Used for the Diagnosis of Scoliosis. *Tomography*, **10**, 1192-1204. <https://doi.org/10.3390/tomography10080090>
- [11] Weigel, S., Dullien, S., Grifka, J. and Jansen, P. (2024) Comparison between Rasterstereographic Scan and Orthopedic Examination for Posture Assessment: An Observational Study. *Frontiers in Surgery*, **11**, Article 1461569. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2024.1461569>
- [12] Kluba, T., Schäfer, J., Ince, M., *et al.* (2007) Reproducibility of Rasterstereographic Measurement of the Spine in Healthy Subjects. *Spine*, **32**, 107-112.
- [13] Li, S., Liu, S., Zhao, X., Chen, W., Fan, B., Wong, M.S., *et al.* (2026) Measurement Properties of Surface Topography for Scoliosis Assessment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, **107**, 1031-1066. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2025.08.009>
- [14] 刘传耀, 杨万章, 蔡灿鑫, 等. 医学运动康复技术在膝关节前叉韧带重建术后患者功能恢复中的应用分析[J]. 中国医学创新, 2017, 14(36): 4.
- [15] 顾江鹏, 陈许晶, 刘一康, 等. 三维侧凸角定量评估手法治疗腰椎间盘突出症的近期效果[J]. 中国组织工程研究, 2025, 29(21): 4552-4559.
- [16] Wilczyński, J. (2025) Own Typology of Body Posture Based on Research Using the Diers Formetric III 4D System. *Journal of Clinical Medicine*, **14**, Article 501. <https://doi.org/10.3390/jcm14020501>
- [17] Roman, I., Luyten, M., Croonenborghs, H., Lason, G., Peeters, L., Byttebier, G., *et al.* (2019) Relating the Diers Formetric Measurements with the Subjective Severity of Acute and Chronic Low Back Pain. *Medical Hypotheses*, **133**, Article 109390. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2019.109390>
- [18] Chang, M.C., Park, D., Kim, J.H. and Choo, Y.J. (2024) Effect of Exercise on Stabilizing and Strengthening Core Muscles for Patients with Herniated Lumbar Disc: A Systematic Review and Meta-analysis. *Asian Journal of Surgery*, **47**, 731-733. <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2023.10.007>
- [19] Matusik, E., Matusik, P., Chmielowiec, G., *et al.* (2021) Age-Related Changes in Spinal Posture: A Cross-Sectional Study of Healthy Adults Using Rasterstereography. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, **102**, 1539-1547.
- [20] Xu, W., Li, G.W., Chen, C., *et al.* (2018) Correlations between the Sagittal Plane Parameters of the Spine and Pelvis and Lumbar Disc Degeneration. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **13**, Article No. 137. <https://doi.org/10.1186/s13018-018-0838-6>
- [21] 张楚闻, 王兆瀚, 薛原, 等. 腰椎间盘突出症患者步态周期中的脊柱-骨盆参数变化及其与腰腿疼痛的相关性分析[J]. 中医正骨, 2024, 36(5): 19-25.
- [22] Chen, J., Zheng, J., Zhang, Q., Zhang, J., Dai, Q. and Zhang, D. (2025) Radiation Exposure in Recurrent Medical Imaging: Identifying Drivers and High-Risk Populations. *Frontiers in Public Health*, **13**, Article 1626906. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1626906>
- [23] Smith-Bindman, R., Alber, S.A., Kwan, M.L., Pequeno, P., Bolch, W.E., Bowles, E.J.A., *et al.* (2010) Medical Imaging and Pediatric and Adolescent Hematologic Cancer Risk. *New England Journal of Medicine*, **393**, 1269-1278. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2502098>
- [24] Mehta, B., Chockalingam, N., Shannon, T., Jevtic, N., Lazic, F., Jasani, V., *et al.* (2023) Non-Invasive Assessment of Back Surface Topography: Technologies, Techniques and Clinical Utility. *Sensors*, **23**, Article 8485. <https://doi.org/10.3390/s23208485>
- [25] 刘刚. 医学运动康复训练要素和基本方法[J]. 福建中医药大学学报, 2018, 28(6): 7-10+20.
- [26] Guo, X.B., Lan, Q., Ding, J., Tang, L. and Yang, M. (2025) Effects of Different Types of Core Training on Pain and Functional Status in Patients with Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, **16**, Article 1672010. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1672010>
- [27] 张艳娜, 倪海平, 刘高卿. 体外冲击波联合腰部核心肌力训练对腰椎间盘突出症患者腰椎功能、腰椎活动度及炎症因子水平的影响[J]. 黑龙江医药科学, 2025, 48(3): 57-59+64.

- [28] 崔玉彬. 腰椎定点侧扳联合康复运动治疗腰椎间盘突出临床效果观察[J]. 长寿, 2024(2): 4291-4292.
- [29] 刘静, 李海峰, 王艳. 八段锦对慢性腰痛患者疼痛及功能障碍影响的 Meta 分析[J]. 中国康复理论与实践, 2020, 26(12): 1409-1415.
- [30] 牛朝霞, 李婉婉, 陈利勤, 等. 针灸推拿等中医特色非药物疗法治疗腰椎间盘突出症的网状 Meta 分析[J]. 世界中医药, 2023, 18(23): 3390-3396.
- [31] 王丽娜, 王冰珊. 核心肌群训练联合八段锦对腰椎间盘突出症的干预效果[J]. 中国康复, 2025, 40(9): 540-543.
- [32] 马玉, 李华, 郭瑞, 邢泽强. 分期针刺联合运动康复训练对腰椎间盘突出症患者运动功能及神经功能的临床效果[J]. 宁夏医科大学学报, 2025, 47(7): 703-707.
- [33] Ni, D., Tong, H., Wei, S., Zheng, Y., Wu, W., Li, M., *et al.* (2025) Efficacy and Safety of Acupuncture and Acupuncture-Combined Therapies in the Treatment of Sciatica Caused by Lumbar Disc Herniation: A Network Meta-Analysis. *Journal of Pain Research*, **18**, 4809-4832. <https://doi.org/10.2147/jpr.s542831>
- [34] 白亚平, 王俊杰. 腰椎间盘突出症中医体质与相关影响因素的研究[J]. 中国中医急症, 2014, 23(10): 1876-1878.
- [35] 李念虎, 谭国庆, 程雷, 等. T/SDAS 1083-2024 腰椎间盘突出症中西医结合诊疗指南[S]. 济南: 山东标准化协会, 2024.
- [36] 秦晓宽, 孙凯, 徐卫国, 等. 腰椎间盘突出症中医循证实践指南[J]. 西部中医药, 2024, 37(5): 1-15.
- [37] 苏美意, 范德辉, 于水英, 等. 基于 DIERS 评估系统的诊断准确性探讨中医正骨手法联合针刺治疗产后腰痛的临床疗效[J]. 广州中医药大学学报, 2023, 40(2): 393-399.
- [38] Li, H., Zhang, Z., Han, Y., Luo, X., Hao, Y., Shu, X., *et al.* (2025) Constructing Optimal Exercise Strategies for Pain Management in Lumbar Disc Herniation: An Umbrella Review. *Science & Sports*, **40**, 369-386. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2025.02.006>
- [39] 马超, 王飞, 刘晓民, 等. 应用体表地形图量化腰椎间盘突出症腰型客观化指标: 下腰曲线弹性固定转折点的三维成角[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(6): 924-928.
- [40] 陈瑶, 蓝旭, 赵俊男, 等. 人工智能在名老中医学学术传承中的应用探讨[J]. 世界科学技术: 中医药现代化, 2021, 23(1): 165-169.
- [41] 段雨萌, 张柳盟, 于梓童, 等. DeepSeek 赋能名老中医经验传承[J]. 中国中西医结合杂志, 2025, 45(12): 1512-1517.
- [42] Joshi, R.S., Harake, E.S., Jiang, C., Haselhuhn, J.J., Linzey, J.R., Jones, J.C., *et al.* (2025) Validation of a Novel Artificial Intelligence Model (SpinePose) to Automatically and Accurately Predict Spinopelvic Parameters Using Scoliosis Radiographs in an External Cohort. *Neurosurgical Focus*, **58**, E10. <https://doi.org/10.3171/2025.3.focus2574>