

伴骨质疏松的退变性脊柱侧凸的治疗进展

高志超*, 付 裕#, 张云普

内蒙古医科大学第二附属医院脊柱外科, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2024年7月23日; 录用日期: 2024年8月16日; 发布日期: 2024年8月27日

摘 要

随着人口老龄化速度越来越快, 骨质疏松合并退变性脊柱侧凸越来越成为老年人的一种常见疾病, 对于此类疾病, 保守治疗和手术治疗效果不尽相同。但是由于患者往往年龄偏大, 因此在选择治疗方案时要格外慎重, 同时围手术期的管理也尤为重要。但需要明确的是, 不管是行保守治疗或是手术治疗, 患者都应进行严格的抗骨质疏松治疗。

关键词

骨质疏松, 退变性脊柱侧凸, 手术治疗, 药物治疗

Advances in the Treatment of Degenerative Scoliosis with Osteoporosis

Zhichao Gao*, Yu Fu#, Yunpu Zhang

Department of Spine Surgery, The Second Hospital of Inner Mongolia Medical University, Hohhot
Inner Mongolia

Received: Jul. 23rd, 2024; accepted: Aug. 16th, 2024; published: Aug. 27th, 2024

Abstract

With the aging of the population, osteoporosis combined with degenerative scoliosis has become a common disease in the elderly, and the effect of conservative treatment and surgical treatment for this disease is not the same. However, because patients tend to be older, careful treatment should be chosen, and perioperative management is particularly important. However, it should be made clear that patients should be treated with strict anti-osteoporosis therapy, regardless of whether they are treated conservatively or surgically.

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 高志超, 付裕, 张云普. 伴骨质疏松的退变性脊柱侧凸的治疗进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(8): 1231-1238. DOI: 10.12677/acm.2024.1482344

Keywords

Osteoporosis, Degenerative Scoliosis, Surgical Treatment, Medication

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

伴随人口老龄化进程的加快,退变性脊柱侧凸合并骨质疏松症已经成为中老年人群较为常见的疾病之一。退变性脊柱侧凸通常被认为是在骨骼发育成熟后除外创伤、肿瘤、感染、骨病等器质性病变导致的脊柱冠状面 Cobb 角大于 10 度;骨质疏松症是指机体骨量减低和骨组织微结构发生恶化,导致人体骨质脆性增加引发一系列诸如:腰腿疼痛等临床表现,严重可影响患者生活质量,老年人尤为常见[1] [2]。国外学者认为[3],随着年龄的增加,老年绝经女性患者退变性侧凸的发病率持续上升,国内也有研究表明[4],退变性脊柱侧凸的患者中,老年女性居多,此类患者椎间盘不对称性退变,进一步影响退变侧凸及椎体旋转的程度。

目前研究表明,退变性脊柱侧凸的发生机制主要是[5]:脊柱椎间盘及椎间小关节非对称性退变,随即出现脊柱局部及整体失平衡,导致病变节段周围软组织疲劳、痉挛和脂肪纤维化。同时有研究表明:退行性脊柱侧凸主要病变节段位于腰椎,并且大多数患者合并有明显的小关节退变和增生、椎体的侧方滑移或旋转脱位,这在矢状型和冠状型的腰椎滑脱中很常见[6] [7]由于是椎间关节退变,故顶椎多集中于 L2-3、L3-4 椎体,侧凸脊柱局部节段或整体逐渐出现失代偿现象,最终形成恶性循环使侧凸加重,导致脊柱骨骼解剖结构发生改变,如:侧凸节段椎间盘退变突出、关节突及黄韧带肥厚致椎管狭窄。而关节突非对称性退变引起椎体旋转半脱位,造成脊柱冠状面及矢状面成角畸形失平衡,在椎间关节非对称性退变的过程中,骨质疏松也参与了此过程,但对于骨质疏松是否会直接引起脊柱侧凸目前并无定论,大多数研究表明:骨质疏松症和退行性脊柱侧凸并无直接关联,骨质疏松只是退变性脊柱侧凸的高危因素,王滋润等[8]通过对 350 例主因“下肢疼、下肢间歇性跛行以及腰背部疼痛”就诊的老年患者进行总结后发现:年龄大于 70 岁、骨盆倾斜、长短腿、骨质疏松等都是老年性退变性脊柱侧凸的危险因素。尤其是患有骨质疏松的患者背部所受压力较大时,极易引起非对称性的椎间隙塌陷以及压缩性骨折,当退变性脊柱侧凸凹侧所受压力较大时即可发生微小骨折,从而大大增加退变性脊柱侧凸的发生风险。但段煜东等[9]认为肌肉和骨骼本就是统一的整体,脊柱序列的构成本就包含了椎体、椎间盘、韧带、血管等部分,因此在我们研究骨质疏松是如何引起退行性脊柱侧凸时就不能单单局限于骨质疏松引起的骨性因素改变而忽略了肌肉对脊柱稳定性维持和支撑的作用。

大多数退变性脊柱侧凸患者合并骨质疏松症和其他疾病[10],这就使得治疗存在挑战性。因此,制定合理、科学、个体化的治疗方案,对提高临床疗效至关重要[11]。当腰腿痛和神经源性间歇性跛行等症状较轻时,首诊医生及患者大多选择保守治疗。保守治疗主要是腰背部功能锻炼辅助镇痛药物,如:非甾体类抗炎药、阿片类镇痛药及三环类抗抑郁药(夜间应用,起镇静作用)。功能锻炼的目的是[2]增强肌肉力量用于改善脊柱活动范围,进而延缓脊柱侧凸的进展。主要分为:运动疗法、支具治疗、牵引治疗、手法按摩等。运动疗法包括:脊柱侧凸特异性运动疗法(PSSE)、Lyon 疗法、Schroth 疗法、脊柱侧弯的科学锻炼方法(SEAS)。支具治疗已由最早的塞尔式石膏背心发展到当下较为流行的新型支具如:波士顿支

具、里昂支具、Rigo-Cheneau 支具等,但波士顿支具目前在国内临床中并未被广泛应用;吴谦早在清代就已运用“攀索叠砖法”治疗脊柱疾病,随着脊柱牵引技术在现代康复医学领域的日益完善,牵引技术在治疗脊柱侧凸中已经得到广泛且深入的应用。

徐强等[12]对 35 例退行性脊柱侧凸患者应用三圣汤加减联合棍点理筋手法,很大程度上缓解了腰背痛以及下肢麻痛等症状,行之有效的改善了患者腰椎功能。该手法在一定程度上调整了脊柱小关节和椎间的关系减轻脊柱侧凸角度从而有效的缓解患者腰背部疼痛症状。

保守治疗只能暂时缓解患者腰背痛、下肢痛,并不能从根本上解决问题,当神经压迫症状较重或侧凸畸形明显时,手术治疗才是延缓或者矫正患者的脊柱畸形,同时改善生活质量最有效的办法。但在手术治疗前除充分评估患者对于手术的耐受外还应该考虑其他因素[13]如:长期脊柱侧凸畸形的患者可能会出现髋关节和膝关节屈曲挛缩,导致患者习惯于屈身行走。髋部屈曲挛缩限制了患者在脊柱畸形矫正后将髋后方矢状垂线延伸的能力。因此,在计划脊柱畸形的手术矫正之前,有必要解决患者的髋关节以及其他影响畸形矫正的病变。

由于此类患者年龄偏大,导致围手术期并发症较多,尤其是心脑血管疾病,对手术方式的选择会产生不利影响[14]。除此以外,这些患者同时合并不同程度的骨质疏松症,术中出血及固定方法的选择同样面临诸多挑战[15]。Junzhe Ding 等[16]对 98 例年龄在 70 岁及以上的患者行椎间减压和融合治疗,观察其围手术期并发症后发现:较低的 BMI 是轻微围手术期并发症的危险因素。BMI 低于 25.32 的老年患者更容易患营养不良或低蛋白血症导致更容易发生围手术期并发症。而老年患者围手术期主要并发症的危险因素为较长的内固定节段(≥ 3 节段),因为术中固定的节段越多,手术切口就要越大,越容易导致出血量和手术时间的增加,术后需要恢复的时间也越长,但与减压节段数无关。70 岁以上患者的围手术期并发症发生率经适当的围手术期处理后是可以接受的。

退行性脊柱侧凸通常伴有 Cobb 角的增加以及脊柱-骨盆参数的改变。对于 Cobb 角 $> 30^\circ$ 且矢状面不平衡的患者,Lenke 提出了长节段后路脊柱固定。Weiran Hu 等[17]对 32 例退行性脊柱侧凸患者行长节段固定后对脊柱-盆腔参数特征与健康生活质量进行相关分析后发现:对于 Lenke-Silva 分型 V、VI 型的患者行长节段内固定后不仅改善了脊柱的整体平衡,还减少了术后并发症的发生;并且发现 SVA (矢状垂直轴)和 LL (腰椎前凸)对保持脊柱的整体平衡具有重要作用,并与术后健康生活质量密切相关,减少 SVA 和增加 LL 可能会获得更好的健康生活质量。

有研究[18]表明:对于退变性腰椎侧凸的患者,神经根的完全减压和松解是手术治疗的目标,而保证术后远期疗效的关键则是恢复腰椎曲度和运动节段的稳定性。赵继福等[19]认为对于同时患有退变性脊柱侧凸和骨质疏松症的患者采用内固定手术治疗时,由于首尾端螺钉承受的压力增加,存在螺钉穿出、切割椎体的风险从而导致内固定手术失败率大大增加,因此为了增加内固定手术的成功率,减少不必要的手术损伤,在进行长、短阶段固定术前可以应用 Lenke-Silva 分型得出具体的治疗方法。

目前手术治疗分为开放性手术和微创手术。在老年性骨质疏松患者中行开放性脊柱内固定手术有两大挑战[20]:首先是患者骨量较差。在绝经后妇女中,骨量丢失主要发生在椎体的骨小梁,随着年龄增长,骨量丢失增加,进一步累及到骨皮质和皮质下骨质,使椎体骨皮质逐渐变薄,以椎弓根最为明显,在置入椎弓根螺钉时易造成椎弓根断裂。另外,椎体骨小梁和椎弓根皮质的骨量减少,将导致脊柱内固定与骨组织结合的力学强度下降,增加了内固定松脱和失败的风险。

其次就是患者的全身情况不佳。老年患者常合并有糖尿病、高血压以及心肺功能障碍等疾病。因此对于伴有骨质疏松的退变性脊柱侧凸患者行开放性脊柱内固定手术必须有明确的手术指征[2]。即:1) 经保守治疗无效且严重影响生活质量的单侧或双侧下肢神经根性疼痛;2) 冠状面 Cobb 角每年增加大于 10° 度,椎体位移每年增加大于 3 mm 的进展性畸形或存在诸如椎体旋转大于 11° 的高危因素都可以考虑手

术治疗；3) 症状与影像学检查结果符合的显著的冠状面或矢状面失衡。

开放性手术治疗包括前路入路以及后侧入路，前路入路存在腹腔内脏器损伤、减压不充分等影响，而后路手术在避免腹腔内脏器损伤同时可以做到充分的减压、融合、内固定。在大多数情况下，后侧入路手术足以缓解患者主要临床症状，改善脊柱平衡，提高生活质量[21]手术治疗主要是通过重建腰椎的机械平衡，从而达到缓解腰部、下肢疼痛，减轻神经根压迫，提高临床疗效，加快康复进展，提高患者的生活质量的目的[22]；Juyi Lai 等[23]分通过回顾性分析 76 例采用后路 TLIF 内固定手术患者后认为：基于椎间矫形的理念，采用 TLIF 治疗退变性腰椎侧凸，患者术后效果显著。这与 Zhang、Lee 等[24] [25]人提出的：对于腰椎冠状平衡和代偿能力较好的患者，适度扩大凹侧，适当放置椎笼，可达到一定的矫正目的，结论不谋而合。但 TLIF 手术治疗退变性腰椎侧凸也有自身的局限性，即在 cage 置入时，偶有无法打开狭窄侧椎间盘间隙的情况。也有研究指出[26]：单纯减压手术的长期效果并不十分令人满意，术后可能会加重脊柱侧凸。因此，单纯减压除了纠正脊柱冠状面失衡外，并不十分适用于长期再狭窄和脊柱侧凸的患者

于泽等[27]通过对 50 例退变性脊柱侧凸患者行后路手术后认为：腰椎后路手术是治疗退变性腰椎侧凸安全有效的方法之一。但手术方式的选择仍要根据患者的影像学表现、症状、患者身体状况以及患者的意愿来进行。

退变性脊柱侧凸的手术治疗都需要运用椎弓根螺钉对椎体进行固定，影响椎弓根螺钉置入以及固定的因素都会影响手术的成功。椎弓根螺钉仅接触椎弓根峡部的皮质，骨质疏松造成骨小梁结构稀疏使螺钉松动，导致椎弓根螺钉内固定在骨质疏松患者中效果不佳。因此，伴有骨质疏松的退变性脊柱侧凸内固定要么是利用相对较强的皮质骨，要么是在骨小梁中增加椎弓根螺钉的固定。常见的方法有椎板下钢丝和椎弓根椎板固定，这两种方法都利用了脊柱后椎板的皮质骨成分。此外，改善骨质疏松性骨小梁内椎弓根螺钉固定的技术也得到了发展，一种方法是应用聚甲基丙烯酸甲酯水泥强化椎弓根螺钉钉道。喻林[28]等运用聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥强化钉道后行后路长节段钉棒内固定及相应节段的椎板切除减压、后外侧融合有限矫形的手术方式对 22 例伴骨质疏松的退变性脊柱侧凸患者进行治疗后取得了良好的效果，但需要注意的是：甲基丙烯酸甲酯骨水泥聚合产生的高热可损伤周围的骨组织，误注和溢出的骨水泥有损伤脊髓和神经根的危险，因此在注入骨水泥时的经验是单侧椎弓根注入量为 2.5~3.0 ml。

另一种方法是使用多个、多点椎弓根螺钉固定，从而分散每个螺钉的应力。燕淼恒等[29]认为：由于退变性腰椎侧后凸患者常合并骨质疏松症，因此经第 2 骶椎骶髂螺钉内固定技术在满足强化内固定需要、提高腰骶骨盆稳定性的同时可以很大程度上恢复脊柱生理曲度，大大降低内固定术失败率。S2AI 螺钉内固定进针深，螺钉穿过骶骨以及骶髂关节，同时穿透三层骨皮质，钉道相比更长，大大提高内固定强度。由此表明：对于腰椎侧后凸畸形合并骨质疏松症的患者来说 S2AI 是比较好的选择。因为 S2AI 螺钉内固定技术可以明显改善腰椎侧后凸畸形，恢复脊柱生理曲度，减轻疼痛，在获得矫形效果的同时，不仅保证固定强度同时在很大程度上减少矫形丢失和严重并发症出现的几率。

对于老年性退行性脊柱侧凸的患者虽然开放性手术可以获得良好的畸形矫正，但由于老年患者合并高血压、糖尿病、心肺功能障碍等疾病无疑会增加手术难度及术后并发症的发生，而微创技术的运用恰好能降低这类风险的发生。

秦志新等[30]通过对常用的微创技术进行总结分析后认为：微创经椎间孔入路腰椎融合术(MIS-TLIF)通过植入相对较大的融合器来矫正侧凸畸形，缓解神经压迫所导致的疼痛症状，但此手术对操作者的技术水平要求高；外侧入路腰椎间融合术(OLIF)通过植入大的横向融合器来矫正冠状面畸形，提高椎体间融合且术中对椎体附属结构损伤小，还可以促进畸形的矫正，但术中操作不当会造成腰丛神经损伤导致下肢感觉功能异常；微创腰椎前路椎体间融合术(MIS-ALIF)在不破坏脊柱后柱结构

的前提下植入偏大的融合器通过渐进式的方式矫正畸形,恢复腰椎前曲,但由于邻近大血管会导致椎体暴露困难;微创椎弓根椎体截骨术(MIS-PSO)通过四杆技术实现脊柱较强的畸形矫正,显著改善椎体冠状位及矢状位畸形,但对于畸形严重的病人应用此技术需要多节段与分期手术,由此会导致肢体损伤加重;微创前柱松解重建技术(MISACR)通过植入高度前凸的融合器达到侧凸转位从而治疗矢状面失衡,维持和改善脊柱整体对齐,但此手术对术者技术水平要求极高;环状微创技术(CMIS)通过联合多种微创矫正技术,达到矫正脊柱侧凸的效果,显著增加脊柱前凸,降低再手术率,但多种技术应用可导致治疗成本大大升高。

不论行开放性手术还是微创手术,都必须确定固定、减压、融合节段的长短。陈斌等[31]通过对 82 例患者行长、短阶段内固定融合术后分析认为:后路减压长、短节段固定融合术治疗老年 DS 具有不同的效果。长节段融合术能够较好的矫正脊柱侧凸 Cobb 角,改善脊柱功能;短节段融合术能够减少术中出血量,缩短住院时间。孙军等[13]通过对 60 例老年退变性脊柱侧凸患者行长、短节段融合固定术后发现:长节段融合固定组的 ODI 评分均低于短节段组,这与长节段固定治疗的固定效果更为牢固有关。通过分析椎间融合率也发现,长节段组患者的融合率高于短节段组。但需要注意的是由于老年患者常合并糖尿病、高血压等基础疾病,在选择手术方式时,应充分尊重患者意愿并且控制基础疾病,选择适合患者、疗效明确的手术方式。

对于退变性脊柱侧凸同时伴有骨质疏松症的患者,不论是保守治疗还是手术治疗,为了延缓退变性脊柱侧凸的进展,患者必须进行系统的抗骨质疏松治疗。目前的常用治疗方式主要为药物治疗和生活方式治疗。

由于患者多为中老年人群,因此倡导患者积极调整生活方式如[32]:1) 加强营养,均衡膳食:建议每日蛋白质摄入量为 0.8~1.0 g/kg 体质量,并每天摄入 300 ml 牛奶或相当量的奶制品。2) 充足光照:建议尽可能多地将皮肤暴露于阳光下晒 15~30 min,每周两次,以促进体内维生素 D 的合成。为免影响日照效果,尽量不涂抹防晒霜。但要注意避免灼伤皮肤。3) 规律运动:运动有助于增加骨密度。患有骨质疏松症患者的运动重点应放在提高肌肉力量和平衡能力上[23],因此鼓励患者以频繁、规律和持续的方式安全地参加任何活动。可以建议患者从走、坐、站等锻炼或水中有氧运动开始,然后逐渐增加到更严格的活动。但在运动中应注意预防跌倒,并且循序渐进、持之以恒。

抗骨质疏松症的药物[32]按作用机制可分为骨吸收抑制剂、骨形成促进剂、其他机制类药物及传统中药,但钙剂和维生素 D 作为所有用药的基础是不可或缺的。

2. 目前常用的临床药物

2.1. 双膦酸盐类

用于防治骨质疏松症的双膦酸盐主要包括阿仑膦酸钠、唑来膦酸、利塞膦酸钠。双膦酸盐类药物总体安全性较好,但以下几点需要注意:

1) 胃肠道不良反应如上腹痛、反酸等。因此对于导致食管排空延迟的疾病,例如食管狭窄的患者禁用此类药物。

2) 一过性“流感样”症状如:一过性发热、骨痛和肌痛等,多在用药 3 d 内明显缓解。

3) 肾脏毒性:特别是静脉输注的双膦酸盐类药物,每次给药前应检测肾功能,肌酐清除率 < 35 mL/min 患者禁用。尽可能使患者水化,静脉输注唑来膦酸的时间应不少于 15 min,伊班膦酸钠静脉输注时间不少于 2 h。

4) 下颌骨坏死。

2.2. 降钙素类

目前应用于临床的降钙素类制剂有两种: 鳗鱼降钙素类似物和鲑降钙素。2012 年欧洲药品管理局人用药机构委员会通过 Meta 分析发现, 由于鲑降钙素口服或鼻喷剂型可导致恶性肿瘤发生, 因此连续使用时间一般不超过 3 个月。

2.3. 绝经激素治疗

绝经激素治疗(menopausal hormone therapy, MHT)类药物能抑制骨转换, 减少骨丢失。临床研究已证明 MHT 包括雌激素补充疗法(estrogen therapy, ET)和雌、孕激素补充疗法(estrogen plus progestogen therapy, EPT), 是防治绝经后骨质疏松症的有效措施。但此类药物会导致子宫内膜癌、乳腺癌、心血管疾病、血栓、体质量增加的风险。

2.4. 选择性雌激素受体调节剂类

选择性雌激素受体调节剂类如雷洛昔芬, 此药在骨骼与雌激素受体结合, 发挥类雌激素的作用, 抑制骨吸收, 增加骨密度, 降低椎体骨折发生的风险。

2.5. 甲状旁腺素类似物

甲状旁腺素类似物(parathyroid hormone analogue, PTHa)主要用于促进骨形成。国内已上市的特立帕肽是重组人甲状旁腺素氨基端 1-34 活性片段(recombinant human parathyroid hormone 1-34, rhPTH1-34)。间断使用小剂量 PTHa 能刺激成骨细胞活性, 促进骨形成, 增加骨密度

2.6. 活性维生素 D 及其类似物

目前国内上市用于治疗骨质疏松症的活性维生素 D 及其类似物(vitamin D analogue)有 1- α 羟维生素 D3 (α -骨化醇)和 1, 25-双羟维生素 D3 (骨化三醇)两种。活性维生素 D 及其类似物更适用于老年人、肾功能减退以及 1- α 羟化酶缺乏或减少的患者, 具有提高骨密度, 降低骨折风险的作用。

2.7. 维生素 K 类

四烯甲萘醌(menatetrenone)是维生素 K2 的一种同型物, 作为 γ -羧化酶的辅酶, 在 γ -羧基谷氨酸的形成过程中起着重要作用。而 γ -羧基谷氨酸是骨钙素发挥正常生理功能所必需的, 具有提高骨量的作用。

3. 结语

目前对于伴骨质疏松的退变性脊柱侧凸患者尚无明确、统一的治疗方案, 由于此类患者年龄偏大常合并糖尿病、高血压等基础疾病, 因此在治疗方式的选择上要权衡利弊, 既不能一味追求畸形的矫正, 还要充分考虑临床症状的缓解、患者的意愿以及对手术的耐受和后期治疗的配合程度。因此, 文章旨在为读者的临床工作提供进一步的治疗思路以及参考。

参考文献

- [1] Xie, A., Tao, F.-H., Fu, Q., *et al.* (2010) Comparison between Two Pedicle Screw Augmentation Instrumentations in Adult Degenerative Scoliosis with Osteoporosis. *Proceedings of the 11th Military Orthopedic Academic Conference*, 78-79.
- [2] 廖文强, 吴缙, 张建新. 退行性脊柱侧凸的保守治疗策略[J] 中国疗养医学, 2022, 31(4): 363-367.
- [3] Urrutia, J., Diaz-Ledezma, C., Espinosa, J. and Berven, S.H. (2011) Lumbar Scoliosis in Postmenopausal Women: Prevalence and Relationship with Bone Density, Age, and Body Mass Index. *Spine*, **36**, 737-740.

- <https://doi.org/10.1097/brs.0b013e3181db7456>
- [4] 丁文元. 退变性腰椎侧凸病因和发展因素分析及手术治疗策略[D]: [博士学位论文]. 石家庄: 河北医科大学, 2012.
 - [5] 邱浩, 初同伟. 退行性脊柱侧凸的最新研究进展[J]. 中国骨与关节杂志, 2014, 3(4): 310-314.
 - [6] Gao, J. (2019) Decompression and Nonfusion Dynamic Stable System for Spinal Stenosis with Degenerative Lumbar Scoliosis. *China Journal of Orthopaedics and Traumatology*, **32**, 910-913.
 - [7] Lan, J., Tang, X., Xu, Y., *et al.* (2014) Surgical Treatment of Degenerative Lumbar Scoliosis with Multi-Segment Lumbar Spinal Stenosis. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, **28**, 960-964.
 - [8] 王滋润, 肖成伟, 胡珏, 等. 老年退行性脊柱侧凸的临床特征及发病影响因素[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(3): 560-563.
 - [9] 段煜东, 张子程, 李博, 等. 骨质疏松参与退行性脊柱侧凸发病的研究现状[J]. 第二军医大学学报, 2021, 42(12): 1402-1407.
 - [10] Yuan, L., Zhang, X., Zeng, Y., Chen, Z. and Li, W. (2021) Incidence, Risk, and Outcome of Pedicle Screw Loosening in Degenerative Lumbar Scoliosis Patients Undergoing Long-Segment Fusion. *Global Spine Journal*, **13**, 1064-1071. <https://doi.org/10.1177/21925682211017477>
 - [11] Eguchi, Y., Suzuki, M., Yamanaka, H., Tamai, H., Kobayashi, T., Orita, S., *et al.* (2017) Associations between Sarcopenia and Degenerative Lumbar Scoliosis in Older Women. *Scoliosis and Spinal Disorders*, **12**, Article No. 9. <https://doi.org/10.1186/s13013-017-0116-0>
 - [12] 徐强, 刘永皓, 吴俊哲, 等. 三圣汤加电针联合推拿手法治疗退行性脊柱侧凸的临床研究[J]. 广州中医药大学学报, 2022, 39(3): 540-545.
 - [13] Birknes, J.K., Harrop, J.S., White, A.P., Albert, T.J. and Shaffrey, C.I. (2008) Adult Degenerative Scoliosis: A Review. *Neurosurgery*, **63**, A94-A103. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000325485.49323.b2>
 - [14] Yamada, K., Nakamae, T., Nakanishi, K., Kamei, N., Hiramatsu, T., Okuda, T., *et al.* (2021) Long-Term Outcome of Targeted Therapy for Low Back Pain in Elderly Degenerative Lumbar Scoliosis. *European Spine Journal*, **30**, 2020-2032. <https://doi.org/10.1007/s00586-021-06805-4>
 - [15] Li, P., Tong, Y., Chen, Y., Zhang, Z. and Song, Y. (2021) Comparison of Percutaneous Transforaminal Endoscopic Decompression and Short-Segment Fusion in the Treatment of Elderly Degenerative Lumbar Scoliosis with Spinal Stenosis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **22**, Article No. 906. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04804-6>
 - [16] Ding, J., Kong, C., Sun, X. and Lu, S. (2019) Perioperative Complications and Risk Factors in Degenerative Lumbar Scoliosis Surgery for Patients Older than 70 Years of Age. *Clinical Interventions in Aging*, **14**, 2195-2203. <https://doi.org/10.2147/cia.s218204>
 - [17] Hu, W., Song, Y., Ma, H., Wang, H., Zhang, K. and Gao, Y. (2022) Correlation Analysis of the Characteristics of Spino-Pelvic Parameters and Health-Related Quality of Life after Long-Segment Fixation for Lenke-Silva Type 5 or 6 Degenerative Scoliosis. *Journal of Pain Research*, **15**, 2171-2179. <https://doi.org/10.2147/jpr.s368142>
 - [18] Wagner, R. and Haefner, M. (2021) Indications and Contraindications of Full-Endoscopic Interlaminar Lumbar Decompression. *World Neurosurgery*, **145**, 657-662. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.08.042>
 - [19] 赵继福, 崔文波, 万乾, 等. 退行性脊柱侧凸的 Lenke-Silva 分型及手术方法的选择[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36(9): 917-919.
 - [20] 李佛宝, 郑召民, 卞冠明. 老年性骨质疏松相关性脊柱疾病的手术治疗[J]. 新医学, 2006, 37(12): 774-777.
 - [21] Di Silvestre, M., Lolli, F. and Bakaloudis, G. (2014) Degenerative Lumbar Scoliosis in Elderly Patients: Dynamic Stabilization without Fusion versus Posterior Instrumented Fusion. *The Spine Journal*, **14**, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2012.10.023>
 - [22] Han, G., Wang, W., Zhou, S., Li, W., Zhang, B., Sun, Z., *et al.* (2021) Paraspinal Muscle Degeneration as an Independent Risk for Loss of Local Alignment in Degenerative Lumbar Scoliosis Patients after Corrective Surgery. *Global Spine Journal*, **13**, 1186-1193. <https://doi.org/10.1177/21925682211022284>
 - [23] Lai, J., Tan, H., Feng, H., Lan, Z., Sun, Z., Wang, J., *et al.* (2023) Treatment of Degenerative Lumbar Scoliosis Using Transforaminal Lumbar Interbody Fusion Based on the Concept of Intervertebral Correction. *International Orthopaedics*, **47**, 1303-1313. <https://doi.org/10.1007/s00264-023-05774-1>
 - [24] Zhang, Y., Liu, C. and Ge, X. (2022) Clinical and Radiographic Outcomes of Stand-Alone Oblique Lateral Interbody Fusion in the Treatment of Adult Degenerative Scoliosis: A Retrospective Observational Study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **23**, Article No. 1133. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-06035-9>
 - [25] Lee, J.S., Son, D.W., Lee, S.H., Sung, S.K., Lee, S.W., Song, G.S., *et al.* (2022) Surgical Outcome of Minimal Inva-

- sive Oblique Lateral Interbody Fusion with Percutaneous Pedicle Screw Fixation in the Treatment of Adult Degenerative Scoliosis. *Medicine*, **101**, e31879. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000031879>
- [26] Wang, H., Wang, L., Sun, Z., Jiang, S. and Li, W. (2020) Posterior Column Osteotomy plus Unilateral Cage Strutting for Correction of Lumbosacral Fractional Curve in Degenerative Lumbar Scoliosis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **15**, 482. <https://doi.org/10.1186/s13018-020-02011-y>
- [27] 于泽, 董乐乐, 刘宇, 等. 退变性腰椎侧弯伴骨质疏松的治疗对策及疗效观察[J]. 中国骨质疏松杂志, 2012, 18(3): 255-258.
- [28] 喻林, 石志才, 白玉树, 等. 骨水泥加强长阶段钉棒置入治疗伴骨质疏松症的退变性脊柱侧弯 22 例[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2008(35): 6963-6967.
- [29] 燕淼恒, 寇红伟, 等. 经第2骶椎骶髂螺钉内固定治疗成人退变性腰椎侧后凸畸形合并骨质疏松症的效果[J]. 郑州大学学报(医学版), 2021, 56(2): 221-226.
- [30] 秦志新, 孙麟, 李季声, 等. 微创脊柱外科手术治疗成人退行性脊柱侧凸的研究进展[J]. 山东医药, 2022, 62(7): 105-108.
- [31] 陈斌, 史世勤, 陈向波, 等. 不同节段融合内固定法对老年退变性脊柱侧凸的优劣性分析[J]. 山西医药杂志, 2020, 49(12): 1563-1565.
- [32] 夏维波, 章振林, 林华, 等. 原发性骨质疏松症诊疗指南[J]. 中国骨质疏松杂志, 2019, 25(3): 281-309.