doi:10.11659/jjssx.08E025051

·骨科专栏·

椎体成形联合射频消融术治疗骨质疏松性椎体骨折的临床研究

黄志强,刘炯峰,赖尚导 (梅州市人民医院疼痛科,广东 梅州 514000)

[摘 要] **目的** 探讨CT引导下椎体成形联合脊神经背根节脉冲射频消融术治疗骨质疏松性椎体骨折的临床效果。**方法** 选取我院2021年10月至2025年2月收治的骨质疏松性椎体骨折患者89例,根据手术方式分为对照组(43例,采用CT引导下椎体成形术治疗)和观察组(46例,采用CT引导下椎体成形联合脊神经背根节脉冲射频消融术)。于治疗前及治疗后1周、3周、7周,采用数字评分法(NRS)评价患者疼痛程度,采用匹兹堡睡眠质量指数(PSQI)评价患者睡眠质量,采用Oswestry功能障碍指数(ODI)评估患者椎体功能,采用Cobb角及伤椎前缘高度比评价患者椎体恢复情况;记录患者局部感染、头晕、血肿等不良反应发生情况。**结果** 2组患者NRS评分、PSQI评分、ODI、Cobb角、伤椎前缘高度比在组间、时间、交互方面差异显著($P<0.05$)。观察组患者治疗后各时间点的NRS评分、Cobb角均低于对照组($P<0.05$)。观察组患者治疗后3周、7周的ODI、PSQI评分均低于对照组($P<0.05$),伤椎前缘高度比均高于对照组($P<0.05$)。2组患者治疗后NRS评分、PSQI评分、ODI、Cobb角均低于治疗前($P<0.05$),伤椎前缘高度比均高于治疗前($P<0.05$)。2组患者不良反应总发生率比较,差异无显著统计学意义($P>0.05$)。**结论** CT引导下椎体成形联合脊神经背根节脉冲射频消融术可有效缓解骨质疏松性椎体骨折患者疼痛,从而改善患者睡眠质量,促进椎体恢复,安全性较高。

[关键词] CT引导下椎体成形术;脊神经背根节脉冲射频消融术;骨质疏松性椎体骨折

[中图分类号] R681.5 [文献标志码] A [收稿日期] 2025-08-12

Clinical study on vertebroplasty combined with radiofrequency ablation in treatment of osteoporotic vertebral fractures

HUANG Zhi-qiang, LIU Jiong-feng, LAI Shang-dao (Pain Medicine Department, Meizhou People's Hospital, Meizhou Guangdong 514000, China)

Abstract: Objective To investigate the clinical effect of CT-guided vertebroplasty combined with pulsed radiofrequency ablation of the dorsal root ganglion in the treatment of osteoporotic vertebral fractures. **Methods** A total of 89 patients with osteoporotic vertebral fractures admitted to our hospital from October 2021 to February 2025 were selected and divided into the control group (43 patients were treated with CT-guided vertebroplasty) and the observation group (46 patients were treated with CT-guided vertebroplasty combined with pulsed radiofrequency ablation of the dorsal root ganglion) according to surgical methods. Before treatment and 1 week, 3 weeks and 7 weeks after treatment, the patients' pain degree was evaluated by numerical rating scale (NRS), the patients' sleep quality was evaluated

[基金项目] 广东省医学科学技术研究基金项目(2023130219916);梅州市社会发展科技计划项目(2023C0301182)

[通信作者] 赖尚导,E-mail:h168huangzhiqiang@126.com

[20] McConkey MO, Schwab TD, Travlos A, et al. Quantification of pronator quadratus contribution to isometric pronation torque of the forearm[J]. J Hand Surg Am, 2009, 34(9): 1612-1617. doi: 10.1016/j.jhsa.2009.07.008.

[21] Husain TM, Jabbour JI, Sudduth JD, et al. Pronator quadratus muscle flap for prevention of flexor tendon rupture after distal radius volar plating[J]. Plast Reconstr Surg Glob Open, 2023, 11(8): e5227. doi: 10.1097/GOX.0000000000005227.

[22] Eikrem M, Lian T, Madsen JE, et al. Impact of pronator quadratus muscle tear in distal radius fractures on patient outcomes: analyses of 55 patients in a volar locking plate arm of a randomized clinical trial[J]. Cureus, 2024, 16(4): e58576. doi: 10.7759/cureus.58576.

[23] Tahririan MA, Javdan M, Motififard M. Results of pronator quadratus repair in distal radius fractures to prevent tendon ruptures[J]. Indian J Orthop, 2014, 48(4): 399-403. doi: 10.4103/0019-5413.136275.

[24] Ries C, Maier J, Wegmann K, et al. Anatomic relationship between the pronator quadratus and brachioradialis muscle insertion: implications for repair of the muscle after volar plate fixation of distal radius fractures[J]. Z Orthop Unfall, 2013, 151(3): 272-277. doi: 10.1055/s-0032-1328493.

[25] Hohendorff B, Knappwerth C, Franke J, et al. Pronator quadratus repair with a part of the brachioradialis muscle insertion in volar plate fixation of distal radius fractures: a prospective randomised trial[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2018, 138(10): 1479-1485. doi: 10.1007/s00402-018-2999-5.

[26] Hohendorff B, Surberg D, Maier J, et al. Repair of the pronator quadratus muscle with a part of the brachioradialis muscle insertion[J]. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2015, 47(3): 149-154. doi: 10.1055/s-0035-1550040.

(编辑:杨 颖)

by Pittsburgh sleep quality index (PSQI), the patients' vertebral function was evaluated by Oswestry disability index (ODI), and the patients' vertebral recovery was evaluated by Cobb angle and anterior vertebral body height ratio. The occurrence of adverse reactions such as local infection, dizziness, hematoma of patients were recorded. **Results** There were significant differences in the NRS score, PSQI score, ODI, Cobb angle and anterior vertebral body height ratio between the two groups of patients in terms of inter group, time, and interaction (P<0.05). The NRS score and Cobb angle of patients in the observation group were lower than those in the control group at each time points after treatment (P<0.05). The ODI and PSQI scores of patients in the observation group were lower than those in the control group at 3 and 7 weeks after treatment (P<0.05), and the anterior vertebral body height ratio of patients in the observation group was higher than that in the control group (P<0.05). After treatment, the NRS score, PSQI score, ODI and Cobb angle of patients in the two groups were all lower than those before treatment (P<0.05), and the anterior vertebral body height ratio were all higher than those before treatment (P<0.05). There was no statistically significant difference in the total incidence of adverse reactions between the two groups of patients (P>0.05). **Conclusion** CT-guided vertebroplasty combined with pulsed radiofrequency ablation of the dorsal root ganglion can effectively relieve the pain of patients with osteoporotic vertebral fractures, and then improve the sleep quality of patients, promote the recovery of vertebral body, with high safety.

Keywords: CT-guided vertebroplasty; pulsed radiofrequency ablation of the dorsal root ganglion; osteoporotic vertebral fractures

骨质疏松性椎体骨折是临床常见疾病,可导致剧烈疼痛和功能障碍,严重影响患者生活质量[1]。CT引导下椎体成形术作为主流微创疗法,能有效稳定椎体、缓解部分疼痛,但对骨折后并发的脊神经背根节介导的局部牵涉痛的改善效果有限[2]。近年来,脊神经背根节脉冲射频消融术被证实可精准阻断疼痛信号传导,为治疗神经源性疼痛提供了新路径,但其本身无法恢复骨折椎体的力学稳定性,疼痛缓解效果可能因脊柱微动而难以持久[3]。由此可见,两种单一疗法在兼顾脊柱结构性稳定与复杂疼痛管理方面各有侧重,亦各有不足。据此,本研究首次联合上述两种技术,通过多维度评价体系探讨其临床疗效,旨在为骨质疏松性椎体骨折的个体化治疗提供新证据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

样本量计算依据公式 $n=2(Z_{\alpha/2}+Z_{\beta})^2/d^2+1$,$\alpha$=0.05,$\beta$=0.20,计算得 n=40,因此总样本量应在80例以上。选取我院2021年10月至2025年2月收治的骨质疏松性椎体骨折患者89例,根据手术方式分为2组,其中43例采用CT引导下椎体成形术治疗的患者作为对照组,46例采用CT引导下椎体成形联合脊神经背根节脉冲射频消融术治疗的患者作为观察组。对照组男11例,女32例;年龄(77.00±9.13)岁;病程(15.83±4.69)d;单节伤椎8例,多节伤椎35例。观察组男8例,女38例;年龄(75.57±8.57)岁;病程(16.47±5.98)d;单节伤椎4例,多节伤椎42例。2组患者年龄、性别、病程、伤椎节段等临床资料均衡可比(P>0.05)。纳入标准:①根据《原发性骨质疏松症诊疗指南(2017)》[4],基于骨密度诊断为骨质疏松症;②经影像学检查确诊为椎体骨折;③既往未接受过椎体手术;④资料齐全。排除标准:①合并椎弓根或椎体后壁损伤;②合并明显神经压迫;③凝血功能障碍;④心、肝、肾等严重脏器损伤。本研究经梅州市人民医院伦理委员会批准(批准号:梅市伦审2021-C-18),所有患者均签署知情同意书。

1.2 治疗方法

对照组患者采用CT引导下椎体成形术治疗。患者取俯卧位,CT定位下经椎弓根入路穿刺至椎体前中1/3处,注入骨水泥1.0~5.0 mL,并行动态CT监测,防止渗漏。每推注0.5 mL骨水泥,CT动态监控骨水泥在椎体内的弥散情况,如出现渗漏,则及时终止手术,并立即让患者从俯卧位转为仰卧位。正常情况下,CT示骨水泥在椎体内弥散充分,未见明显外溢及脊髓压迫,拔针,术后观察15 min,患者无下肢麻木及肌力变化。

观察组患者在行相同椎体成形术后,行脊神经背根节脉冲射频消融术。于患椎椎间孔上1/3处穿刺,经电阻抗测定(250~550 Ω)及电刺激试验验证位置准确后,行选择性脊神经造影(术前排除过敏史),依据《射频治疗技术疼痛科专家共识》[5],调节温度至42 ℃,持续时间300 s,脉冲持续时间40 ms,脉冲频率2 Hz,2个射频周期进行脉冲射频调节,每个周期间歇时间为3 min。

1.3 观察指标

于治疗前及治疗后1周、3周、7周采用数字评分法(numerical rating scale,NRS)[6]评估患者疼痛程度,总分10分,分数与患者疼痛程度呈正比。于治疗前及治疗后1周、3周、7周采用匹兹堡睡眠质量指数(Pittsburgh sleep quality index,PSQI)[7]评估患者睡眠

情况,量表包括7个部分,每个部分最高3分,总分21分,分数与患者睡眠质量呈反比。于治疗前及治疗后1周、3周、7周采用Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index,ODI)[8]评估患者椎体功能。采用Cobb角及伤椎前缘高度比评估患者椎体恢复情况,Cobb角为上椎体上缘和下椎体下缘垂线夹角,伤椎前缘高度比=2×伤椎前缘高度/(上邻椎体前缘高度+下邻椎体前缘高度)×100%。观察期间记录患者局部感染、头晕、血肿等不良反应发生情况。

1.4 统计学方法

采用SPSS 20.0软件进行统计学分析。计量资料用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,计数资料用率(%)表示,分别行重复测量方差分析和χ^2检验,计量资料经*Shapiro-Wilk*检验证实符合正态分布($P>0.05$),方差齐性经*Levene*检验证实满足方差齐性($P>0.05$)。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2组患者NRS评分比较

2组患者NRS评分在组间、时间、交互方面比较差异均有统计学意义($P<0.05$)。观察组患者治疗后1周、3周、7周的NRS评分均低于对照组($P<0.05$);2组患者治疗后各时间点的NRS评分均低于治疗前($P<0.05$),见表1。

表1 2组患者各时间点NRS评分比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	n	治疗前	治疗后1周	治疗后3周	治疗后7周
对照组	43	7.00±0.87	3.30±1.44*	3.11±1.20*	2.54±1.26*
观察组	46	7.10±0.85	2.60±0.70*#	2.31±0.60*#	2.02±0.52*#
F		$F_{组间}$=21.671,$F_{时间}$=463.124,$F_{交互}$=3.831			
P		$P_{组间}$<0.001,$P_{时间}$<0.001,$P_{交互}$=0.010			

*:与治疗前相比,$P<0.05$;#:与对照组相比,$P<0.05$

2.2 2组患者PSQI评分比较

2组患者PSQI评分在组间、时间、交互方面比较差异均有统计学意义($P<0.05$)。观察组患者治疗后3周、7周的PSQI评分均低于对照组($P<0.05$);2组患者治疗后各时间点的PSQI评分均低于治疗前($P<0.05$),见表2。

表2 2组患者各时间点PSQI评分比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	n	治疗前	治疗后1周	治疗后3周	治疗后7周
对照组	43	15.45±1.45	10.50±1.47*	6.76±1.04*	6.07±1.25*
观察组	46	15.50±1.43	10.48±1.44*	5.86±1.26*#	5.36±1.16*#
F		$F_{组间}$=7.946,$F_{时间}$=1 039.030,$F_{交互}$=2.941			
P		$P_{组间}$<0.005,$P_{时间}$<0.001,$P_{交互}$=0.033			

*:与治疗前相比,$P<0.05$;#:与对照组相比,$P<0.05$

2.3 2组患者ODI比较

2组患者ODI在组间、时间、交互方面比较差异均有统计学意义($P<0.05$)。观察组患者治疗后3周、7周的ODI均低于对照组($P<0.05$);2组患者治疗后各时间点的ODI均低于治疗前($P<0.05$),见表3。

表3 2组患者各时间点ODI比较($\bar{x}\pm s$,%)

组别	n	治疗前	治疗后1周	治疗后3周	治疗后7周
对照组	43	69.37±8.46	37.24±5.25*	27.88±4.28*	20.16±3.04*
观察组	46	68.82±8.51	35.48±5.17*	24.16±3.54*#	13.82±2.74*#
F		$F_{组间}$=27.741,$F_{时间}$=1 497.032,$F_{交互}$=4.621			
P		$P_{组间}$<0.001,$P_{时间}$<0.001,$P_{交互}$=0.004			

*:与治疗前相比,$P<0.05$;#:与对照组相比,$P<0.05$

2.4 2组患者Cobb角比较

2组患者Cobb角在组间、时间、交互方面比较差异均有统计学意义($P<0.05$)。观察组患者治疗后各时间点的Cobb角均低于对照组($P<0.05$);2组患者治疗后各时间点的Cobb角均低于治疗前($P<0.05$),见表4。

表4 2组患者各时间点Cobb角比较($\bar{x}\pm s$,°)

组别	n	治疗前	治疗后1周	治疗后3周	治疗后7周
对照组	43	22.43±2.89	16.73±2.43*	14.25±2.19*	13.24±1.83*
观察组	46	21.98±2.76	15.57±2.28*#	13.04±2.22*#	10.57±1.26*#
F		$F_{组间}$=32.183,$F_{时间}$=346.522,$F_{交互}$=3.710			
P		$P_{组间}$<0.001,$P_{时间}$<0.001,$P_{交互}$=0.012			

*:与治疗前相比,$P<0.05$;#:与对照组相比,$P<0.05$

2.5 2组患者伤椎前缘高度比比较

2组患者伤椎前缘高度比在组间、时间、交互方面比较差异均有统计学意义($P<0.05$)。观察组治疗后3周、7周的伤椎前缘高度比均高于对照组($P<0.05$);2组患者治疗后的伤椎前缘高度比均高于治疗前($P<0.05$),见表5。

表5 2组患者各时间点伤椎前缘高度比比较($\bar{x}\pm s$,%)

组别	n	治疗前	治疗后1周	治疗后3周	治疗后7周
对照组	43	56.87±7.29	69.38±8.02*	76.35±8.66*	80.95±7.48*
观察组	46	55.64±8.17	72.36±8.83*	80.26±8.74*#	86.43±6.31*#
F		$F_{组间}$=10.821,$F_{时间}$=197.806,$F_{交互}$=2.870			
P		$P_{组间}$<0.001,$P_{时间}$<0.001,$P_{交互}$=0.036			

*:与治疗前相比,$P<0.05$;#:与对照组相比,$P<0.05$

2.6 2组患者术后不良反应发生情况比较

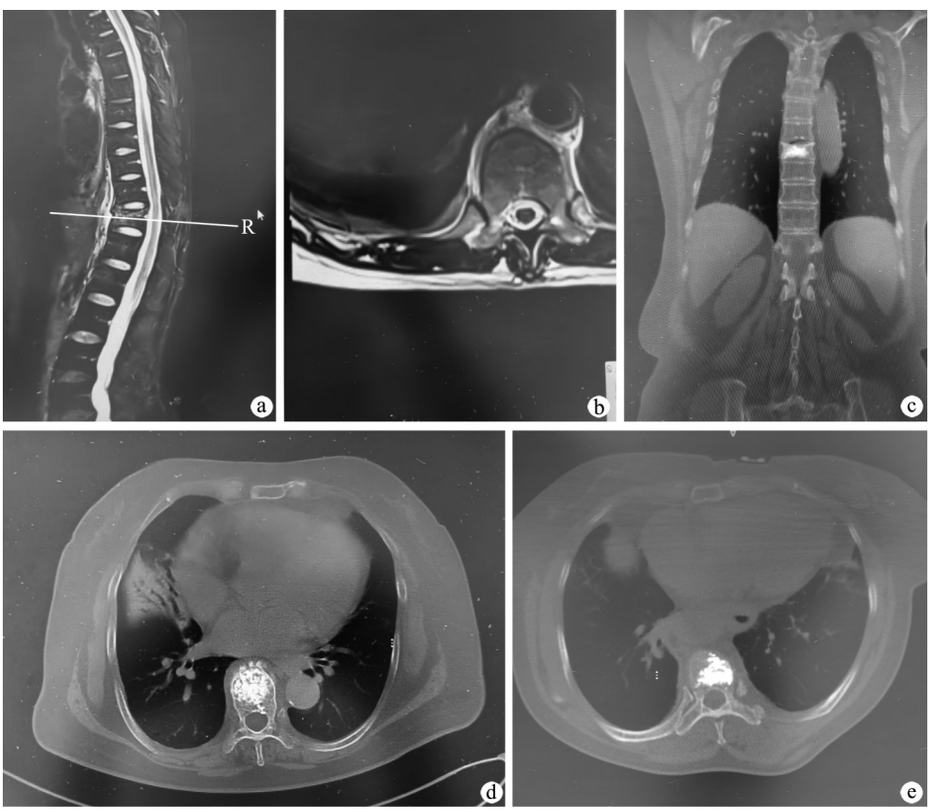
2组患者术后不良反应总发生率比较,差异无显著统计学意义($P>0.05$),见表6。

表6 2组患者术后不良反应发生情况比较[例(%)]

组别	n	局部感染	头晕	血肿	合计
对照组	43	1(2.33)	1(2.33)	2(4.65)	4(9.30)
观察组	46	1(2.17)	1(2.17)	0(0)	2(4.35)
χ^2					0.868
P					0.352

2.7 典型病例

患者,女,76岁,入院后确诊为骨质疏松性椎体骨折,行CT引导下椎体成形联合脊神经背根节脉冲射频消融术治疗。患者术后疼痛明显缓解,椎体功能基本恢复,见图1。



a、b:术前影像学检查;c、d:术后影像学复查;e:愈合后影像学复查

图1 典型病例患者手术前后影像学资料

3 讨论

近年来,微创技术的发展为骨质疏松性椎体骨折的治疗提供了新方向。王桂岭等[9]将射频消融技术应用于慢性带状疱疹神经痛患者的治疗,取得了较好的效果。苗羽等[10]采用射频消融技术治疗膝骨关节炎患者,明显缓解了患者疼痛并改善了膝关节功能。其中,CT引导下经皮椎体成形术已成为主流疗法,其能通过注入骨水泥有效恢复椎体力学稳定,缓解轴向痛,但对于骨折碎片刺激或炎症因子累及脊神经背根节所引发的局部牵涉痛和肌肉痉挛的改善效果常不理想[11]。脊神经背根节脉冲射频消融术可精准调制疼痛信号传导,有效处理此类神经源性疼痛,但该技术无法恢复椎体的结构稳定性,导致疼痛缓解效果可能因持续存在的微动而难以维持。基于上述背景,本研究创新性地将CT引导下椎体成形术与脊神经背根节脉冲射频消融术进行联合应用。椎体成形术解决了宏观的机械稳定性问题,而从神经层面阻断疼痛信号则处理了微观的神经病理性疼痛问题,二者在作用机制上形成互补。本研究首次系统性地评估该联合方案在临床中的综合疗效,其意义在于为骨质疏松性椎体骨折,特别是合并复杂疼痛成分的患者,提供一种更对因、更彻底的个体化治疗新策略。

本研究结果表明,2组患者经治疗后疼痛情况均有效缓解,睡眠质量及生活活动能力提高,椎体明显恢复,采用联合治疗的患者恢复效果更好。Chazen等[12]采用CT引导下脊神经背根节射频消融术治疗颈源性头痛患者,显著改善了患者的疼痛状态,证实了脊神经背根节射频消融术在缓解疼痛方面的良好效果。本研究中,观察组患者治疗后的NRS评分低于对照组,与上述研究结果相似,这可能是由于脉冲电流对脊髓神经节产生了刺激,可调节疼痛神经电位变化,抑制疼痛信号传递,从而减轻患者疼痛[13]。有研究发现,射频消融术可减轻患者因手术产生的氧化应激反应及炎症反应[14]。本研究也证实,观察组患者椎体恢复更好,伤椎前缘高度比更高,ODI及Cobb角更低,这是由于将射频温度设定为42 ℃,避免了热效应对邻

近组织的损伤,在椎体成形术后进行射频消融术,又可辅助减轻椎体成形术后的炎症反应和应激反应。有研究表明,老年骨质疏松症患者睡眠质量较低,具有较高的睡眠障碍发生率[15]。有研究表明,疼痛与睡眠质量具有相关性[16]。本研究中,2组患者治疗前PSQI评分均较高(>10分),提示多数患者普遍存在睡眠障碍;治疗后,2组患者PSQI评分均有下降,且观察组患者在治疗后3周及7周的PSQI评分均显著低于对照组,这可能与联合疗法产生了协同增效作用有关。观察组患者因脊神经背根节被精准调制,其局部牵涉痛和肌肉痉挛得到更有效的控制,同时椎体成形术确保了脊柱的早期稳定性,二者共同作用可能使观察组患者获得了更显著的疼痛缓解效果、更优的早期活动能力以及随之改善的心理状态,这些因素共同促进了其睡眠质量的显著提升。本研究结果显示,2组患者不良反应发生率无显著差异,表明CT引导下椎体成形联合脊神经背根节脉冲射频消融术不会导致不良反应增加,具有较高的安全性。李高磊等[17]和刘祥荣等[18]的研究也证实,下椎体成形术及射频消融术安全性较高。本研究采用CT定位后自椎弓根入针且精准控制深度,确保了手术的准确性,因此安全性更高。

然而本研究纳入例数较少,仅针对椎体骨折患者进行研究,且仅观察了患者治疗后近期情况,后续研究可扩大样本量,纳入不同病理性骨折患者,联合不同微创治疗方式,并观察患者的远期疗效。

综上所述,CT引导下椎体成形联合脊神经背根节脉冲射频消融术治疗骨质疏松性椎体骨折可促进患者椎体快速恢复,有效缓解疼痛,从而提高患者睡眠质量,且安全性较高,不良反应少。

[参考文献]

[1] Thomasius F, Kurth A, Baum E, et al. Clinical practice guideline: the diagnosis and treatment of osteoporosis[J]. Dtsch Arztebl Int, 2025, 122(1):12-18. doi: 10.3238/arztebl.m2024.0222.

[2] Yang D, Tan J, Long Y, et al. Sequential treatment of teriparatide and alendronate versus alendronate alone for elevation of bone mineral density and prevention of refracture after percutaneous vertebroplasty in osteoporosis: a prospective study[J]. Aging Clin Exp Res, 2023, 35(3):531-539. doi: 10.1007/s40520-023-02342-w.

[3] Dai C, Liang G, Zhang Y, et al. Risk factors of vertebral re-fracture after PVP or PKP for osteoporotic vertebral compression fractures, especially in Eastern Asia: a systematic review and meta-analysis[J]. J Orthop Surg Res, 2022, 17(1): 161. doi: 10.1186/s13018-022-03038-z.

[4] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊疗指南(2017)[J]. 中国全科医学, 2017, 20(32): 3963-3982. doi: 10.3969/j.issn.1007-9572.2017.00.118.

[5] 中华医学会疼痛学分会. 射频治疗技术疼痛科专家共识[J]. 中华医学杂志, 2019, 99(45): 3547-3553. doi: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.45.004.

[6] He S, Renne A, Argandykov D, et al. Comparison of an emoji-based visual analog scale with a numeric rating scale for pain assessment[J]. JAMA, 2022, 328(2):208-209. doi:10.1001/jama.2022.7489.

[7] Zhao H, Zhu L, Fan L, et al. Association of nocturnal sleep duration and sleep midpoint with osteoporosis risk in rural adults: a large-scale cross-sectional study[J]. Sleep Breath, 2023, 27(6):2191-2198. doi: 10.1007/s11325-023-02818-z.

[8] Iwata S, Hashizume H, Yoshimura N, et al. Osteoporosis, spinal degenerative disorders, and their association with low back pain, activities of daily living, and physical performance in a general population[J]. Sci Rep, 2024, 14(1):15860. doi:10.1038/s41598-024-64706-0.

[9] 王桂岭,王春满,李 琳,等. CT引导下脊髓背根神经节脉冲射频联合臭氧治疗慢性带状疱疹后神经痛的临床疗效[J]. 介入放射学杂志, 2024, 33(12): 1330-1334. doi: 10.3969/j.issn.1008-794X.2024.12.012.

[10] 苗 羽,林 鹊,朱 谦,等. 多模式膝神经射频消融术对比膝关节注射治疗顽固性膝骨关节炎的临床疗效及安全性分析[J]. 中国疼痛医学杂志, 2023, 29(12): 923-933. doi: 10.3969/j.issn.1006-9852.2023.12.007.

[11] Miyauchi A, Hamaya E, Shimauchi J, et al. Effectiveness of romosozumab in patients with osteoporosis at high fracture risk: a Japanese real-world study[J]. J Bone Miner Metab, 2024, 42(1):77-89. doi: 10.1007/s00774-023-01477-0.

[12] Chazen JL, Roytman M, Yoon ES, et al. CT-guided C_2 dorsal root ganglion radiofrequency ablation for the treatment of cervicogenic headache: case series and clinical outcomes[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2022, 43(4):575-578. doi:10.3174/ajnr.A7471.

[13] Tian QH, Han K, Wang T, et al. Percutaneous sacroplasty with or without radiofrequency ablation for treatment of painful sacral metastases[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2022, 43(8): 1222-1227. doi:10.3174/ajnr.A7587.

[14] Eldeiry LS, Faintuch S, Sacks BA. Successful radiofrequency ablation of an intrathyroidal parathyroid adenoma after failed parathyroidectomy[J]. AACE Clin Case Rep, 2024, 10(6): 253-256. doi: 10.1016/j.aace.2024.08.009.

[15] Xu X, Zhou X, Liu W, et al. Evaluation of the correlation between frailty and sleep quality among elderly patients with osteoporosis: a cross-sectional study[J]. BMC Geriatr, 2022, 22(1): 599. doi: 10.1186/s12877-022-03285-z.

[16] 李亚可,苏晴晴,吕 静,等. 全膝关节置换患者疼痛与睡眠质量纵向关联的组基础模型双轨迹分析[J]. 护理学报, 2025, 32(3): 6-11. doi:10.16460/j.issn1008-9969.2025.03.006.

[17] 李高磊,朱 宇,李 毅,等. 经横突上缘和椎弓根外进入椎体侧壁入路在椎体成形术中的研究[J]. 中华实验外科杂志, 2024, 41(7):1437-1441. doi:10.3760/cma.j.cn421213-20231222-01457.

[18] 刘祥荣,姚本礼,赵双弘,等. 射频联合少量胶原酶靶点注射治疗腰椎间盘突出症临床观察[J]. 中国疼痛医学杂志, 2023, 29(4): 307-310. doi:10.3969/j.issn.1006-9852.2023.04.011.

(编辑:刘 艺)