

高海拔地区硬膜外脂肪增多症磁共振成像诊断

周立娟¹, 文永仓², 张根生², 石威¹, 谢友扬¹, 张全成², 钟井松¹, 储伟¹

1. 江苏省无锡惠山区人民医院影像科, 江苏 无锡 214000; 2. 青海省海东市平安区中医医院, 青海 海东 810666

摘要: **目的** 分析高海拔地区椎管内硬膜外脂肪增多症(SEL)患者磁共振(MRI)图像, 探究硬膜外脂肪厚度的最佳诊断界值。**方法** 回顾性纳入于 2021 年 1 月 1 日—2022 年 12 月 31 日在海东市平安区中医医院因腰背部疼痛行腰骶部 MRI 检查的患者。比较 SEL 组与非 SEL 组在 T12/L1 至 L5/S1 节段椎管内硬膜外脂肪厚度差异, 评价各椎体节段水平不同截断值下的诊断效能。运用 t 检验、Mann-Whitney U 检验、 χ^2 检验或修正 χ^2 检验进行统计学分析。以受试者操作特征(ROC)曲线下面积评价其效能。使用 DeLong 检验比较两者 ROC 曲线下面积差异。**结果** 本研究最终纳入 SEL 组 60 例、非 SEL 组 310 例, 共计 370 例。两组间年龄、性别、身高、体重及 BMI 差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。在不同椎体节段水平, SEL 组患者硬膜外脂肪厚度均显著高于非 SEL 组, 差异有统计学意义(P 均 < 0.05)。从 T12/L1 至 L5/S1 水平椎管内硬膜外脂肪厚度的 SEL 诊断截断值分别为 2.23、4.25、4.85、5.57、7.21、8 mm; 基于 L5/S1 水平硬膜外脂肪厚度的 MRI 诊断 SEL 的 AUC 值最大, 为 0.945(95%CI: 0.916~0.966, $P < 0.001$)。以 L5/S1 水平硬膜外脂肪厚度 > 8 mm 来诊断 SEL 最准确, AUC 值为 0.931(95%CI: 0.901~0.955, $P < 0.001$)、敏感度为 95.0%、特异度为 91.3%; 其 AUC 值明显高于其他截断值, 且差异存在统计学意义(P 均 < 0.05)。**结论** SEL 患者椎管内硬膜外脂肪明显增多, 当 L5/S1 水平硬膜外脂肪厚度 > 8 mm 可以为诊断 SEL 提供更有效、更准确的参考价值。

关键词: 磁共振成像; 脊柱; 脂肪增多症; 高海拔地区; 诊断价值

中图分类号: R445.2 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2024)04-0435-05

MRI diagnosis of spinal epidural lipomatosis in high-altitude areas

ZHOU Lijuan¹, WEN Yongcang², ZHANG Gensheng², SHI Wei¹, XIE Youyang¹,

ZHANG Quancheng², ZHONG Jingsong¹, CHU Wei¹

1. Department of Imaging, Huishan District People's Hospital, Wuxi 214000 China;

2. Haidong Ping'an District Hospital of Traditional Chinese Medicine, Haidong 810666 China

Abstract: **Objective** To analyze the magnetic resonance images (MRI) of patients with spinal epidural lipomatosis (SEL) in high-altitude areas and to determine the optimal cut-off value for diagnosis with epidural fat thickness. **Methods** This retrospective study included patients who underwent lumbosacral MRI examination for lumbosacral pain in Ping'an District Hospital of Traditional Chinese Medicine, Haidong City, China from January 1, 2021 to December 31, 2022. The epidural fat thickness in vertebral segments T12/L1 to L5/S1 was compared between the SEL group and the non-SEL group. The diagnostic efficacy with different cut-off values at each vertebral segment was evaluated. Between-group comparisons were performed using the t -test, Mann-Whitney U test, chi-square test, or modified chi-square test. The area under the receiver operating characteristic (AUC) was used to evaluate the diagnostic efficiency. The DeLong test was used to compare AUC between the two groups. **Results** A total of 370 patients were included (60 in the SEL group and 310 in the non-SEL group). There were no significant differences in age, sex, height, body weight, and body mass index between the two groups (all $P > 0.05$). At different vertebral segments, the epidural fat thickness was significantly higher in the SEL group than in the non-SEL group (all $P < 0.05$). The cut-off values for SEL diagnosis with epidural fat thickness in segments T12/L1 to L5/S1 were 2.23, 4.25, 4.85, 5.57, 7.21, and 8 mm, respectively. The AUC of MRI SEL diagnosis with epidural fat thickness in segment L5/S1 was the highest (0.945, 95% confidence interval [CI]: 0.916-0.966, $P < 0.001$). SEL diagnosis with epidural fat thickness > 8 mm in segment L5/S1 was the most accurate, with an AUC of 0.931 (95% CI: 0.901-0.955, $P < 0.001$), a sensitivity

基金项目: 青海省海东市科技局项目 (2021-HDKJ-Y7); 江苏大学 2021 年临床医学科技发展基金 (JYL2021129)

作者简介: 周立娟 (1993—), 女, 江苏无锡人, 硕士研究生, 住院医师, 主要从事心血管、骨肌系统影像诊断。E-mail: 1559552725@qq.com

通信作者: 储伟, E-mail: tianyahaijiao003@163.com

of 95.0%, and a specificity of 91.3%; this AUC was significantly higher than those of diagnosis with other cut-off values (all $P < 0.05$). **Conclusion** SEL patients have significantly increased epidural fat in the spinal canal. Epidural fat thickness > 8 mm in segment L5/S1 can be used for diagnosis of SEL with improved efficiency and accuracy.

Keywords: Magnetic resonance imaging; Spine; Lipomatosis; High-altitude area; Diagnostic value

Corresponding author: CHU Wei, E-mail: tianyahaijiao003@163.com

椎管内硬膜外脂肪增多症(spinal epidural lipomatosis, SEL)是一种罕见的疾病,其特征是正常无包膜脂肪组织在硬膜外间隙过度堆积,主要影响腰骶椎,可压迫硬膜囊及侵犯脊髓、马尾神经以及神经根^[1-3]。根据病变位置和程度不同,可以引起腰背痛、神经性跛行、急性或进行性截瘫、马尾神经综合征和神经根病等多种临床症状^[4-10]。由于腰椎间盘突出症与 SEL 症状尤为相似,从而导致患者错诊、误诊、漏诊等问题的发生,严重时将导致患者错失最佳治疗时机。目前,SEL 确切的发病机制尚未完全阐明。

MRI 是诊断 SEL 敏感度、特异度最高的成像方式,典型表现为椎管内硬膜外连续且大量脂肪沉积,T1WI 及 T2WI 序列均呈高信号,硬膜囊及脊髓受压,在横断面形成字母“Y”的三叶形状。SEL 的诊断标准各有千秋、尚未统一:Kumar 等^[11]提出硬膜外脂肪前后径 > 7 mm 是 SEL 诊断参考标准;葛宇曦等^[12]研究认为,硬膜外脂肪前后径 > 10.5 mm 具有更高的诊断价值。但既往研究阳性病例数较少,此外针对高海拔地区人群的相关临床研究鲜见。因此,本研究旨在通过分析高海拔地区 SEL 患者与非 SEL 患者在 T12/L1 至 L5/S1 节段椎管内硬膜外脂肪厚度的差异,评价不同椎体节段水平各截断值下的 SEL 诊断效能,以期对 SEL 的诊断提供科学有力的依据。

1 材料与方法

1.1 研究对象 回顾性连续纳入于 2021 年 1 月 1 日—2022 年 12 月 31 日在海东市平安区中医医院因腰背部疼痛行腰骶部 MRI 检查的患者。SEL 组纳入标准:①MRI 图像质量满足诊断需求;②患者病史和体格检查符合脊髓压迫的症状和体征;③MRI 图像提示受压区域的硬膜外脂肪连续性增多,T12/L1 至 L5/S1 节段硬膜外脂肪前后径与椎管前后径之比平均值 > 0.4 ^[13-14]。SEL 组排除标准:①临床资料缺失;②脊柱畸形;③椎管内占位性病变。非 SEL 组纳入标准:①MRI 图像质量满足诊断需求;②T12/L1 至 L5/S1 硬膜外脂肪前后径与椎管前后径之比平均值 ≤ 0.4 。非 SEL 组排除标准:①临床资料缺失;②脊柱畸形;

③椎管内占位性病变;④无糖皮质激素长期服用史或库欣综合征。本研究通过海东市平安区中医院和无锡惠山区人民医院伦理委员会批准。

1.2 检查方法 采用西门子 1.5T 磁共振扫描,常规使用腰椎线圈。扫描视野(FOV)32 cm \times 32 cm。矩阵 512 \times 512,层厚 4 mm,扫描间隙 0.5 mm。所有病例 MRI 检查包括 SE 序列,T1WI 矢状位,TR 540 ms,TE 7.9 ms,FSE 序列 T2WI 矢状位及轴位,TR 2620 ms,TE 102 ms,部分病例加扫脂肪抑制序列矢状位,TR 3000 ms,TE 54.2 ms。

1.3 观察指标及统计方法

1.3.1 腰骶段椎管内硬膜外脂肪厚度 由 2 名具有 5 年以上诊断经验的放射科医师对每位入组患者的 MRI 影像进行分析,记录 T12~S1 水平椎管内脂肪的分布特点及椎管内硬膜外脂肪厚度,其中腹侧脂肪以各椎体中央水平为准,背侧脂肪以各节段椎间盘水平平面为准。

1.3.2 统计学方法 采用 SPSS 23.0 和 MedCalc15.0 软件进行统计分析。采用组内相关系数(interclass correlation coefficient, ICC)对 2 名医师的图像分析结果进行一致性检验, > 0.75 认为一致性较好, < 0.40 则认为一致性差。定量参数取两者测量的平均值。采用 Kolmogorov Smirnov 对数据分布进行正态性检验。符合正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较用独立样本 t 检验;不符合正态分布的计量资料用中位数(上、下四分位数) [M(Q1, Q2)] 表示,两组间比较用 Mann-Whitney U 检验。计数资料用频数和率表示,计数资料的组间比较采用 χ^2 检验或修正 χ^2 检验。以受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线下面积评价其效能。使用 DeLong 检验比较两者 ROC 曲线下面积的差异, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组间临床基线特征比较 本研究共纳入 370 例患者,SEL 组 60 例,非 SEL 组 310 例。2 组间年龄、性别、身高、体重及 BMI 差异均无统计学意义(P 均 > 0.05),详见表 1。

表 1 两组间临床基线特征比较

Table 1 Comparison of clinical baseline characteristics between the two groups

特征	SEL组(n=60)	非SEL组(n=310)	统计值	P值
年龄	70.2±10.9	68.2±8.6	1.263	0.208*
性别(男)	49(81.7%)	223(71.9%)	2.445	0.118#
身高	167.3±5.2	163.9±5.8	2.065	0.080*
体重	69.6±13.3	65.8±9.8	1.549	0.126*
BMI	24.8±4.1	24.41±2.8	0.524	0.602*

注:*,t检验;#,χ²检验。

2.2 两组间不同椎体水平硬膜外脂肪厚度比较

2 名放射科医师图像分析结果具有较高的一致性, ICC 值均 > 0.80; 取 2 位医师测量结果的平均值进行统计分析。

在不同椎体节段水平, SEL 组的硬膜外脂肪厚度均显著高于非 SEL 组, 差异有统计学意义(*P* 均 < 0.05), 详见表 2。大多数(45 例, 75%)SEL 患者椎管内脂肪组织分布于硬膜囊背侧, 以 L4/L5 及 L5/S1 水

平为著, 最厚约 15.23 mm(L5/S1 背侧)。

采用 ROC 曲线分析以明确不同椎体节段水平硬膜外脂肪厚度的诊断分界点(截断值), 结果如下: 从 T12/L1 至 L5/S1 水平硬膜外脂肪厚度的 SEL 诊断截断值依次为 2.23、4.25、4.85、5.57、7.21、8 mm。基于 L5/S1 水平硬膜外脂肪厚度的诊断 SEL 的 AUC 值最大, 为 0.945(95%CI: 0.916~0.966, *P* < 0.001)。详见表 3、图 1。

表 2 两组间不同椎体节段水平硬膜外脂肪厚度差异

Table 2 Differences in epidural fat thickness in different vertebral segments between the two groups

各节段	SEL组(n=60)	非SEL组(n=310)	统计值	P值
T12/L1	2.63(2.56, 2.90)	2.51(2.12, 2.81)	4.295	0.001
L1/L2	4.80(4.56, 5.11)	3.96(3.56, 4.50)	6.930	0.001
L2/L3	5.12(4.78, 5.37)	4.55(4.26, 4.81)	7.969	< 0.001
L3/L4	7.12(6.40, 7.24)	5.83(2.56, 6.72)	8.951	< 0.001
L4/L5	7.43(7.11, 8.10)	6.78(6.28, 7.09)	10.119	< 0.001
L5/S1	8.52(8.42, 9.08)	7.10(6.50, 7.24)	10.927	< 0.001

注: Mann-Whitney U 检验。

2.3 不同硬膜外脂肪厚度截断值诊断 SEL 的效能比较

基于不同椎体节段水平硬膜外脂肪厚度截断值诊断 SEL 的效能比较结果如下: 以 L5/S1 水平硬膜外

表 3 ROC 中各水平硬膜外脂肪厚度的 AUC 值及截断值

Table 3 AUC and cut-off values for SEL diagnosis with epidural fat thickness in different vertebral segments

椎体节段	AUC	截断值/mm	95%CI
T12/L1	0.675	2.23	0.625~0.723
L1/L2	0.782	4.25	0.737~0.823
L2/L3	0.825	4.85	0.782~0.862
L3/L4	0.862	5.57	0.823~0.896
L4/L5	0.909	7.21	0.876~0.937
L5/S1	0.945	8.00	0.916~0.966

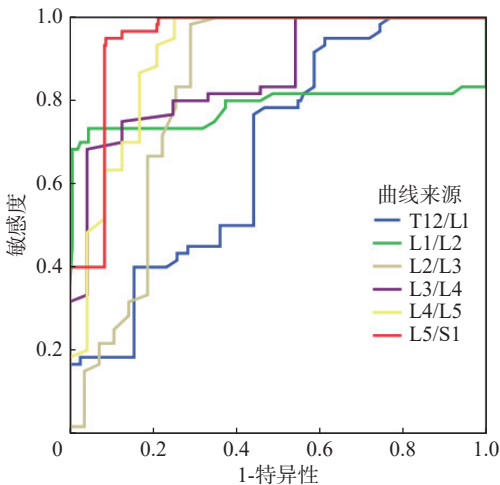


图 1 不同椎体节段水平硬膜外脂肪厚度的 ROC 曲线下面积
Figure 1 AUC for SEL diagnosis with epidural fat thickness in different vertebral segments

脂肪厚度 > 8 mm 来诊断 SEL 最准确, AUC 值为 0.931(95%CI: 0.901~0.955, $P < 0.001$)、敏感度为 95.0%、特异度为 91.3%; 其 AUC 值明显高于其他截断值, 且差异存在统计学意义(P 均 < 0.05)。其次为 L4/L5 水平硬膜外脂肪厚度 > 7.21 mm, AUC 值为 0.704(95%CI: 0.655~0.750, $P < 0.001$)、敏感度为

45.0%、特异度为 95.8%。详见表 4、5, 图 2。

以 L5/S1 水平硬膜外脂肪厚度 > 7 mm 诊断 SEL 的 AUC 值为 0.763(95%CI: 0.716~0.805, $P < 0.001$)、敏感度为 100.0%、特异度为 52.6%; 其 AUC 值及特异度显著低于硬膜外脂肪厚度 > 8 mm(P 均 < 0.05)。详见图 3。

表 4 不同椎体节段水平截断值下诊断 SEL 的效能

Table 4 Efficacy of SEL diagnosis with cut-off values of epidural fat thickness in different vertebral segments

不同椎体节段水平截断值	AUC	95%CI	P值	敏感度(%)	特异度(%)
T12/L1 > 2.23 ^a	0.615	0.564~0.665	< 0.001	95.0	28.1
L1/L2 > 4.25 ^a	0.521	0.469~0.573	0.446	81.7	22.6
L2/L3 > 4.85 ^a	0.615	0.563~0.665	0.001	41.7	81.3
L3/L4 > 5.57 ^a	0.605	0.553~0.655	< 0.001	100.0	21.0
L4/L5 > 7.21 ^a	0.704	0.655~0.750	< 0.001	45.0	95.8
L5/S1 > 8 ^a	0.931	0.901~0.955	< 0.001	95.0	91.3

注: *通过ROC曲线分析确定的最佳界值。

表 5 各水平截断值下诊断 SEL 的 AUC 值差异

Table 5 Differences in AUC values for SEL diagnosis with cut-off values of epidural fat thickness in different vertebral segments

不同椎体节段水平截断值	T12/L1 > 2.23 ^a	L1/L2 > 4.25 ^a	L2/L3 > 4.85 ^a	L3/L4 > 5.57 ^a	L4/L5 > 7.21 ^a
L1/L2 > 4.25 ^a	AUC差异0.094 Z=2.681, P=0.007				
L2/L3 > 4.85 ^a	AUC差异0.000 Z=0.013, P=0.989	AUC差异0.093 Z=2.490, P=0.013			
L3/L4 > 5.57 ^a	AUC差异0.010 Z=0.479, P=0.632	AUC差异0.083 Z=2.774, P=0.005	AUC差异0.009 Z=0.276, P=0.782		
L4/L5 > 7.21 ^a	AUC差异0.089 Z=2.368, P=0.017	AUC差异0.183 Z=3.609, P=0.003	AUC差异0.089 Z=1.638, P=0.101	AUC差异0.099 Z=2.785, P=0.005	
L5/S1 > 8 ^a	AUC差异0.316 Z=13.896, P=0.000	AUC差异0.410 Z=12.208, P=0.000	AUC差异0.317 Z=7.734, P=0.000	AUC差异0.327 Z=16.859, P=0.000	AUC差异0.227 Z=6.671, P=0.000

注: Delong 检验; $P < 0.05$ 表明两者 AUC 差异具有统计学意义; ^a通过 ROC 曲线分析确定的最佳界值。

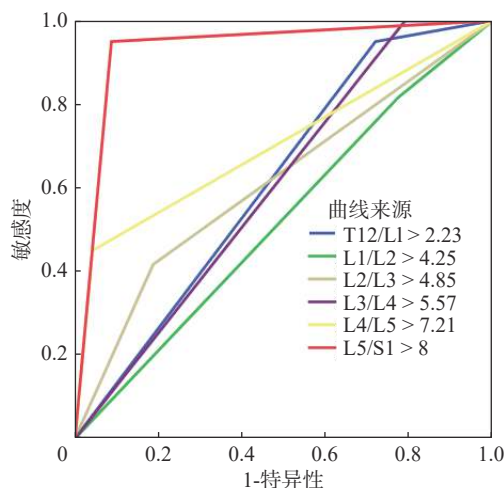


图 2 不同椎体节段水平硬膜外脂肪厚度截断值的 ROC 曲线下面积

Figure 2 AUC for SEL diagnosis with cut-off values of epidural fat thickness in different vertebral segments

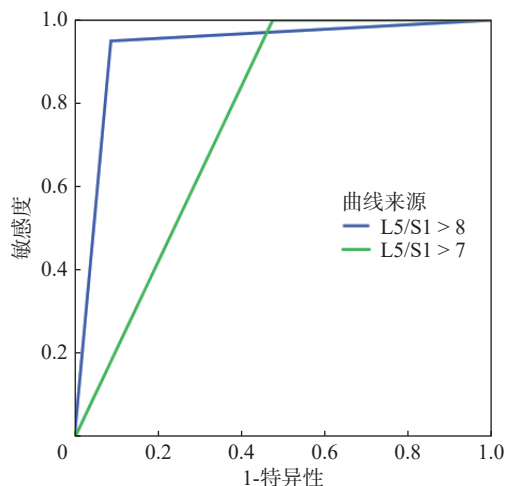


图 3 L5/S1 水平不同截断值下的 ROC 曲线下面积

Figure 3 AUC for SEL diagnosis with different cut-off values of epidural fat thickness in segment L5/S1

3 讨 论

本研究是首次针对高原地区人群探究 SEL 者与非 SEL 患者在不同椎体节段水平椎管内硬膜外脂肪厚度的差异,并评价各截断值下的 SEL 诊断效能。结果表明以 L5/S1 水平硬膜外脂肪厚度 $> 8\text{ mm}$ 来诊断 SEL 最为准确,其 AUC 值(0.931)显著高于其他椎体节段水平下不同界值(P 均 < 0.05)。

椎管内硬膜外脂肪增多症(SEL)是一种相对罕见的疾病,脂肪组织在硬膜外间隙过度堆积,压迫硬膜囊及侵犯脊髓、马尾神经以及神经根,从而引起腰背痛、神经性跛行、急性或进行性截瘫、马尾神经综合征和神经根病等症状。椎管内硬膜外脂肪厚度是 SEL 诊断重要参考标准之一,在既往研究中存在较大争议:Kumar 等^[11]提出硬膜外脂肪厚度 $> 7\text{ mm}$ 是 SEL 诊断标准,而葛宇曦等^[12]研究认为,当 L3/L4 水平硬膜外脂肪厚度 $> 10.15\text{ mm}$ 更具参考价值。因此在本研究中,我们重点分析在不同椎体节段水平硬膜外脂肪厚度诊断 SEL 的界值,并比较不同界值下诊断效能差异。结果表明,以 L5/S1 水平硬膜外脂肪厚度 $> 8\text{ mm}$ 来诊断 SEL 最为准确, AUC 值为 0.931 (95%CI: 0.901~0.955, $P < 0.001$)、敏感度为 95.0%、特异度为 91.3%;其 AUC 值明显高于其他界值(P 均 < 0.05)。此外,在本研究中以 L5/S1 水平硬膜外脂肪厚度 $> 7\text{ mm}$ 诊断 SEL 的 AUC 值为 0.763(95%CI: 0.716~0.805, $P < 0.001$),显著低于截断值 8 mm ($P = 0.000$)。

既往研究^[11,13-18]认为,肥胖是 SEL 的潜在危险因素,与 SEL 的严重程度呈正相关,但肥胖与 SEL 发生与否尚无定论。在本研究中也类似发现,SEL 组的体重及 BMI 略大于非 SRL 组,但差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。笔者推测可能原因是 SEL 是代谢综合征的一种表现形式;而代谢综合征是一种重要的全身性疾病,其特征是内脏脂肪堆积、脂质代谢异常、高血糖和高血压^[19]。换言之,SEL 与内脏脂肪密切相关而非皮下脂肪,同时 BMI 并不能准确反映内脏脂肪。由此可见,肥胖作为 SEL 诊断标准意义不大。目前,SEL 的诊断应该依靠临床病史、患者症状体征、相关体格检查以及影像学检查。

本研究中存在以下几点不足:一,该研究是一项单中心研究,可能存在着选择偏倚,且患者群体相对较小,需要进一步大规模、多中心的研究予以验证;

二,本研究只包括了腰背部疼痛的腰骶椎 SEL 患者,其他胸椎 SEL 患者及无症状 SEL 患者没有被纳入;三,本研究中并未针对腰骶部椎管内硬膜外脂肪增多症展开进一步定量分级(0 级~III 级)。

综上所述,SEL 患者椎管内硬膜外脂肪明显增多,当 L5/S1 水平硬膜外脂肪厚度 $> 8\text{ mm}$ 可以为诊断 SEL 提供更有效、更准确的参考价值。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展,排名无争议。文章不涉及任何利益冲突

作者贡献声明 周立娟负责现场数据收集与分析及论文撰写;文永仓、张根生、张全成负责研究设计、现场指导、资料采集;石威、谢友扬参与研究设计、论文修改;钟井松、储伟负责行政、技术及材料支持

参考文献

- [1] Patel AJ, Sellin J, Ehni BL, et al. Spontaneous resolution of spinal epidural lipomatosis[J]. *J Clin Neurosci*, 2013, 20(11): 1595-1597. DOI: 10.1016/j.jocn.2012.09.049.
- [2] Quint DJ, Boulos RS, Sanders WP, et al. Epidural lipomatosis[J]. *Radiology*, 1988, 169(2): 485-490. DOI: 10.1148/radiology.169.2.3174998.
- [3] Fujita N, Ishihara S, Michikawa T, et al. Negative impact of spinal epidural lipomatosis on the surgical outcome of posterior lumbar spinous-splitting decompression surgery: a multicenter retrospective study[J]. *Spine J*, 2019, 19(12): 1977-1985. DOI: 10.1016/j.spinee.2019.06.022.
- [4] Kim YS, Ju CI, Kim SW, et al. Cauda Equina syndrome caused by idiopathic epidural lipomatosis[J]. *Korean J Spine*, 2015, 12(4): 272-274. DOI: 10.14245/kjs.2015.12.4.272.
- [5] Akhaddar A, Ennouali H, Gazzaz M, et al. Idiopathic spinal epidural lipomatosis without obesity: a case with relapsing and remitting course[J]. *Spinal Cord*, 2008, 46(3): 243-244. DOI: 10.1038/sj.sc.3102099.
- [6] Al-Khawaja D, Seex K, Eslick GD. Spinal epidural lipomatosis-a brief review[J]. *J Clin Neurosci*, 2008, 15(12): 1323-1326. DOI: 10.1016/j.jocn.2008.03.001.
- [7] Ferlic PW, Mannion AF, Jeszenszky D, et al. Patient-reported outcome of surgical treatment for lumbar spinal epidural lipomatosis[J]. *Spine J*, 2016, 16(11): 1333-1341. DOI: 10.1016/j.spinee.2016.06.022.
- [8] Kim K, Mendelis J, Cho W. Spinal epidural lipomatosis: a review of pathogenesis, characteristics, clinical presentation, and management[J]. *Global Spine J*, 2019, 9(6): 658-665. DOI: 10.1177/2192568218793617.

(下转第 446 页)

- chemoradiation for cervical cancer: do known pelvic radiation bone marrow constraints apply[J]. *Adv Radiat Oncol*, 2022, 7(6): 100998. DOI: [10.1016/j.adro.2022.100998](https://doi.org/10.1016/j.adro.2022.100998).
- [24] Corbeau A, Kuipers SC, de Boer SM, et al. Correlations between bone marrow radiation dose and hematologic toxicity in locally advanced cervical cancer patients receiving chemoradiation with cisplatin: a systematic review[J]. *Radiother Oncol*, 2021, 164: 128-137. DOI: [10.1016/j.radonc.2021.09.009](https://doi.org/10.1016/j.radonc.2021.09.009).
- [25] Yue HZ, Geng JH, Gong LQ, et al. Radiation hematologic toxicity prediction for locally advanced rectal cancer using dosimetric and radiomics features[J]. *Med Phys*, 2023, 50(8): 4993-5001. DOI: [10.1002/mp.16308](https://doi.org/10.1002/mp.16308).
- [26] Le ZY, Wu DM, Chen XM, et al. A radiomics approach for predicting acute hematologic toxicity in patients with cervical or endometrial cancer undergoing external-beam radiotherapy[J]. *Radiother Oncol*, 2023, 182: 109489. DOI: [10.1016/j.radonc.2023.109489](https://doi.org/10.1016/j.radonc.2023.109489).
- [27] Zhu H, Zakeri K, Vaida F, et al. Longitudinal study of acute haematologic toxicity in cervical cancer patients treated with chemoradiotherapy[J]. *J Med Imaging Radiat Oncol*, 2015, 59(3): 386-393. DOI: [10.1111/1754-9485.12297](https://doi.org/10.1111/1754-9485.12297).
- [28] Rose BS, Aydogan B, Liang Y, et al. Normal tissue complication probability modeling of acute hematologic toxicity in cervical cancer patients treated with chemoradiotherapy[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2011, 79(3): 800-807. DOI: [10.1016/j.ijrobp.2009.11.010](https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2009.11.010).
- [29] Mahantshetty U, Krishnatry R, Chaudhari S, et al. Comparison of 2 contouring methods of bone marrow on CT and correlation with hematological toxicities in non-bone marrow-sparing pelvic intensity-modulated radiotherapy with concurrent cisplatin for cervical cancer[J]. *Int J Gynecol Cancer*, 2012, 22(8): 1427-1434. DOI: [10.1097/IGC.0b013e3182664b46](https://doi.org/10.1097/IGC.0b013e3182664b46).
- [30] 黄维, 李英, 鲁文力, 等. 宫颈癌同步放化疗中骨盆剂量体积参数与急性骨髓抑制相关因素分析[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2016, 36(3): 207-210. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.03.009](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.03.009).
- Huang W, Li Y, Lu WL, et al. Identification of pelvic dose-volumetric parameters that predict acute bone marrow suppression in concurrent chemoradiotherapy for cervical cancer[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2016, 36(3): 207-210. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.03.009](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.03.009). (in Chinese)

(收稿日期:2024-01-16)

(上接第 439 页)

- [9] Kniprath K, Farooque M. Drastic weight reduction decrease in epidural fat and concomitant improvement of neurogenic claudicatory symptoms of spinal epidural lipomatosis[J]. *Pain Med*, 2017, 18(6): 1204-1206. DOI: [10.1093/pm/pnw313](https://doi.org/10.1093/pm/pnw313).
- [10] Yildirim B, Puvanesarajah V, An HS, et al. Lumbosacral epidural lipomatosis: a retrospective matched case-control database study[J]. *World Neurosurg*, 2016, 96: 209-214. DOI: [10.1016/j.wneu.2016.08.125](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.08.125).
- [11] Kumar K, Nath RK, Nair CP, et al. Symptomatic epidural lipomatosis secondary to obesity. Case report[J]. *J Neurosurg*, 1996, 85(2): 348-350. DOI: [10.3171/jns.1996.85.2.0348](https://doi.org/10.3171/jns.1996.85.2.0348).
- [12] 葛宇曦, 秦方晖, 岳建国, 等. 椎管内硬膜外脂肪增多症的 MRI 诊断标准初探[J]. *实用放射学杂志*, 2016, 32(12): 1970-1972. DOI: [10.3969/j.issn.1002-1671.2016.12.046](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-1671.2016.12.046).
- Ge YX, Qin FH, Yue JG, et al. To preliminary investigate the standard diagnosis of spinal epidural lipomatosis on MRI[J]. *J Pract Radiol*, 2016, 32(12): 1970-1972. DOI: [10.3969/j.issn.1002-1671.2016.12.046](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-1671.2016.12.046). (in Chinese)
- [13] Fujita N, Hosogane N, Hikata T, et al. Potential involvement of obesity-associated chronic inflammation in the pathogenesis of idiopathic spinal epidural lipomatosis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016, 41(23): E1402-E1407. DOI: [10.1097/BRS.0000000000000000](https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000000000).
- [14] Abe T, Miyazaki M, Ishihara T, et al. Spinal epidural lipomatosis is associated with liver fat deposition and dysfunction[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2019, 185: 105480. DOI: [10.1016/j.clineuro.2019.105480](https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2019.105480).
- [15] Sugaya H, Tanaka T, Ogawa T, et al. Spinal epidural lipomatosis in lumbar magnetic resonance imaging scans[J]. *Orthopedics*, 2014, 37(4): e362-e366. DOI: [10.3928/01477447-20140401-57](https://doi.org/10.3928/01477447-20140401-57).
- [16] Theyskens NC, Paulino Pereira NR, Janssen SJ, et al. The prevalence of spinal epidural lipomatosis on magnetic resonance imaging[J]. *Spine J*, 2017, 17(7): 969-976. DOI: [10.1016/j.spinee.2017.02.010](https://doi.org/10.1016/j.spinee.2017.02.010).
- [17] Ishihara S, Fujita N, Azuma K, et al. Spinal epidural lipomatosis is a previously unrecognized manifestation of metabolic syndrome[J]. *Spine J*, 2019, 19(3): 493-500. DOI: [10.1016/j.spinee.2018.07.022](https://doi.org/10.1016/j.spinee.2018.07.022).
- [18] Al-Omari AA, Phukan RD, Leonard DA, et al. Idiopathic spinal epidural lipomatosis in the lumbar spine[J]. *Orthopedics*, 2016, 39(3): 163-168. DOI: [10.3928/01477447-20160315-04](https://doi.org/10.3928/01477447-20160315-04).
- [19] Zajac-Gawlak I, Kłapcińska B, Kroemeke A, et al. Associations of visceral fat area and physical activity levels with the risk of metabolic syndrome in postmenopausal women[J]. *Biogerontology*, 2017, 18(3): 357-366. DOI: [10.1007/s10522-017-9693-9](https://doi.org/10.1007/s10522-017-9693-9).

(收稿日期:2024-03-07)