

胸腰椎创伤的 CT 诊断:胸腰椎创伤分类和严重评分(TLICS)与结构化报告

田靖一,王霄英

【摘要】 胸腰椎骨折是急性脊柱创伤中最常见的情况,准确评估创伤严重程度对制定治疗方案非常重要。2005 年脊柱创伤组织(Spine Trauma Group)提出了胸腰椎创伤分类和严重评分(thoracolumbar injury classification and severity score, TLICS)用于治疗前评估。2016 年 Kepler 等提出 AOSpine 胸腰椎损伤评分(TL AOSIS)用于指导医生是否行手术治疗。本文介绍了 TLICS 及 AOSpine 分型的影像诊断要点并构建了结构化报告,期望推广 TLICS 及 TLAOSIS 评分系统的临床应用,提高报告的规范性及可读性。

【关键词】 脊柱; 创伤; TLICS 分型; 结构化报告

【中图分类号】 R323.4; R641 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2024)02-0293-07

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2024.02.025

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



胸腰椎骨折是脊柱创伤所致骨折中最常见的情况。创伤机制主要是车祸高能创伤,以及骨质疏松骨折,多发生于 Th₁₀-L₂ 水平,约 25% 患者合并神经受损^[1]。CT 图像因具有良好的空间分辨率与密度分辨率,有利于观察椎小关节骨质结构,对于椎体细微骨折、有无游离骨片对椎管造成的压迫等均具有良好的检出效能,是急性胸腰椎骨折的最主要影像评价手段^[2],其识别胸腰椎骨折的敏感度达 94%~100%。

胸腰椎创伤分类与严重程度评分(thoracolumbar injury classification and severity score, TLICS)^[3]及胸腰椎 AO 脊柱损伤评分(thoracolumbar AOSpine injury score, TLAOSIS)^[4]是近年来应用较多的创伤评分系统,旨在辅助临床术前评估及诊疗决策。TLICS 对于评估胸腰椎创伤的脊柱稳定性、未来畸形和进行性神经创伤的判断具有重要的指导价值,两个评分系统也提供适当的治疗建议^[5,6]。

本文介绍了 TLICS 及 TLAOSIS 的影像诊断要点,并构建了 CT 影像结构化报告,期望推广两种脊柱损伤评分系统的临床应用,提高报告的规范性及可读性。

基于上述评分系统的结构化报告分为临床评价、技术评估、影像表现、TLICS 与 TLAOSIS 评分等部分,本文结合典型影像表现结构化报告各个模块的具体评价要点。

临床评估

依照 TLICS 与 TLAOSIS 评价 CT 表现时,影像诊断医师应了解患者胸腰椎创伤的必要临床信息如创伤机制、临床状态等资料。

技术评估

胸腰椎 CT 平扫检查技术相对简单,主要依据临床申请单及病史提供病变部位进行 CT 薄层螺旋扫描。诊断医师在写报告前应对图像进行评估,判断是否存在影响诊断的问题,如运动伪影重,术后金属伪影重等。

胸腰椎 CT 平扫后处理方案主要为对原始图像的重组,诊断医师在读片时需采用多平面重组(multiplanar reformation, MPR)技术观察伤椎的创伤形态、有无移位以及对毗邻结构的继发改变。

影像表现

1. 图像整体评估

在胸腰椎结构化报告中首先要对脊柱的整体情况进行评估包括脊柱顺列(正常或滑脱、滑脱方向及程度),生理曲度(正常/变直/反弓),椎体骨质(正常/增生/骨折/骨质破坏),椎间盘(正常/膨出/突出/脱出、突出方向),椎管容积(正常/狭窄),椎管内病变(未见/可见)和椎旁软组织(正常/萎缩/水肿/脓肿)。

2. 损伤重点病灶评估

创伤病灶定位:在矢状面重组图像上依次观察 Th₁₂-L₅ 各椎体及其附件、Th₁₂-L₅ 各椎间盘、胸段/腰段脊髓神经。轴面图像观察椎体及其附件,应特

作者单位:100034 北京,北京大学第一医院医学影像科(田靖一、王霄英);100036 北京,北京水利医院医学影像科(田靖一)

作者简介:田靖一(1994-),女,北京人,硕士研究生,住院医师,主要从事 X 线、CT、MR 影像诊断及骨肌系统人工智能临床应用研究。

通讯作者:王霄英, E-mail: wangxiaoying@bjmu.edu.cn

别关注椎弓根正中层面的椎体和附件形态,既用于评估创伤情况,也用于治疗计划。

创伤病灶描述:在整体评估后应针对受伤椎体评估,包括骨折形态、后部韧带复合体 (posterior ligamentous complex, PLC) 完整性及脊髓神经创伤。

①骨折形态评估:骨折形态分为轻微骨折、压缩骨折、爆裂骨折、平移/旋转、分离成角。

轻微骨折是不损害脊柱力学完整性的骨折类型如单纯横突、棘突骨折,对应 AOSpine 分型中的 A0 型^[7]。

压缩骨折是最常见的胸/腰椎骨折类型,创伤机制是由脊柱的轴向负荷引起,导致椎体前部楔形变,椎体后缘骨质完整,表现为椎体终板不连续、椎体楔形变及水平致密带(图 1a),伴不同程度的脊柱后凸。对应 AOSpine 分型中的 A1、A2 型,分别表现为单终板骨折、椎体冠状面纵向劈裂的钳型骨折。

爆裂骨折是因轴向负荷同时累及椎体前壁和后壁,表现分为不同程度的椎体前、后缘皮质不连续,椎体后缘碎骨片后移至椎管内(图 1b)。对应 AOSpine 分型中 A3、A4 型压缩骨折,分别表现为单终板骨折并累及椎体后壁、椎体矢状面纵向劈裂累及上下终板。

平移/旋转创伤是因剧烈扭转、剪切力或共同作用的严重创伤,表现为椎体前后移位、关节突关节分离脱位及肋骨横突骨折,此类创伤通常合并后部韧带及附件的创伤(图 1c),导致脊柱不稳。对应 AOSpine 分型中的 C 型。

牵张性创伤是由于脊柱的拉伸性断裂引起的椎体、韧带或联合创伤,导致脊柱轴向失稳,分为后部韧带撕裂导致椎体前部压缩、前纵韧带撕裂导致相邻椎体分离成角(图 1d~f)。对应 AOSpine 分型中的 B 型张力带损伤,按照损伤部位又分为单节段骨性后方张力带损伤(B1型),表现为横向骨折线贯穿单节段椎

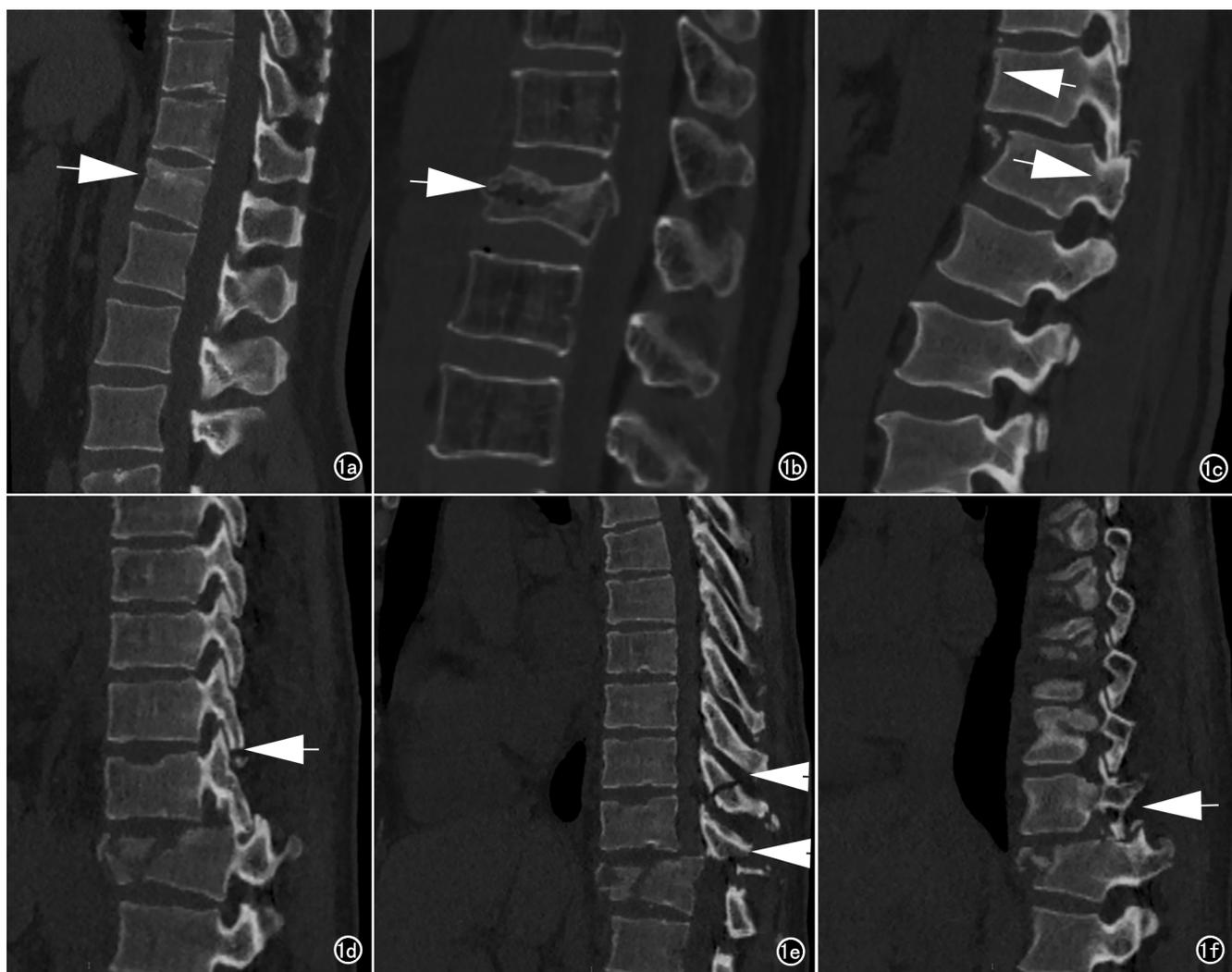


图 1 骨折形态评估。a) 压缩性骨折:椎体轻度压缩伴水平致密带(箭); b) 爆裂性骨折:椎体压缩变扁、椎体前后缘皮质不连续、椎体后缘碎骨片后移至椎管内; c) 平移损伤:椎体上关节突骨质不连续(箭)、上位椎体向前滑脱; d~f) 牵张性损伤:脊柱正中矢状面及双侧椎弓根层面矢状面图像示棘突及双侧小关节突多发骨折(箭头)、前方椎体受压伴纵行骨折线,同水平椎管受压。

体;后方张力带断裂(B2型),表现为后方张力带断裂伴或不伴椎体骨折;前方张力带损伤(B3型),表现为前方结构(骨/椎间盘)断裂或分离、后方结构受挤压。

②PLC评估:主要由棘上韧带、棘间韧带、黄韧带和小关节囊构成,目前MRI检查被认为是诊断PLC创伤的金标准,在急性脊柱创伤患者中CT检查因扫描时间短、诊断准确度高而被作为首选影像检查。在评估PLC的完整性时应采用MPR技术显示脊柱正中矢状面及轴面图像,测量后凸楔变角(伤椎上下终板夹角)、Cobb角(伤椎上位椎体上终板及下位椎体下终板夹角)^[8]、棘突间距增加值(increased interspinous distance, IISD)及椎弓根间距增加值(increased interpedicular distance, IIPD),当IISD增加值>2.2cm时,伴或不伴IIPD增加值>1.0cm,均提示存在PLC创伤(图2a~f)^[9]。

③神经累及评估:表现为神经根、脊髓、圆锥和马尾神经的损伤(图3)。MR显示神经损伤的敏感度优于CT。需说明的是完全脊髓损伤从手术中获益较完全性脊髓损伤更多,因此,TLICS系统中将完全性脊髓损伤评为2分,不完全性脊髓损伤评为3分,分值高低是与手术减压的必要性相关的。

脊柱损伤程度评分:根据骨折形态、PLC评估和神经累及情况(表1),将各项指标单独评分累加得到总分。如有同一椎体水平有多种骨折形态改变,则以最严重的形态评分为准;如存在多节椎体病变,则以总评分最高的椎体水平为准。通常创伤较重时总评分较高,提示手术治疗的必要性增加。另需说明的是AOSpine分型中A4型压缩骨折损伤形态分级较B1型损伤形态更严重,A4型的损伤形态较A3型更接近于B2型。因此,将A4型评为5分,而不是将B1型降级为4分^[4]。

TLICS系统中患者总分 ≤ 3 多考虑非手术治疗;总分 ≥ 5 分考虑手术;4分者为中间状态,据情况选择手术或非手术治疗^[3]。TLAOSIS系统中患者总分 ≤ 3 多考虑非手术治疗;总分 > 5 分考虑手术;4分、5分者为中间状态,据情况选择手术或非手术治疗^[4]。

3. 其他所见

应关注扫描范围内是否存在多发肋骨骨折、内脏创伤性等,还应观察潜在手术入路的软组织病变(如挫伤、水肿、脂肪瘤、血管瘤等),为阳性发现则影响治疗计划的制定。其他慢性骨病变(如脊柱侧弯、强直性脊柱炎、骨质疏松等)也会影响治疗方案的选择。

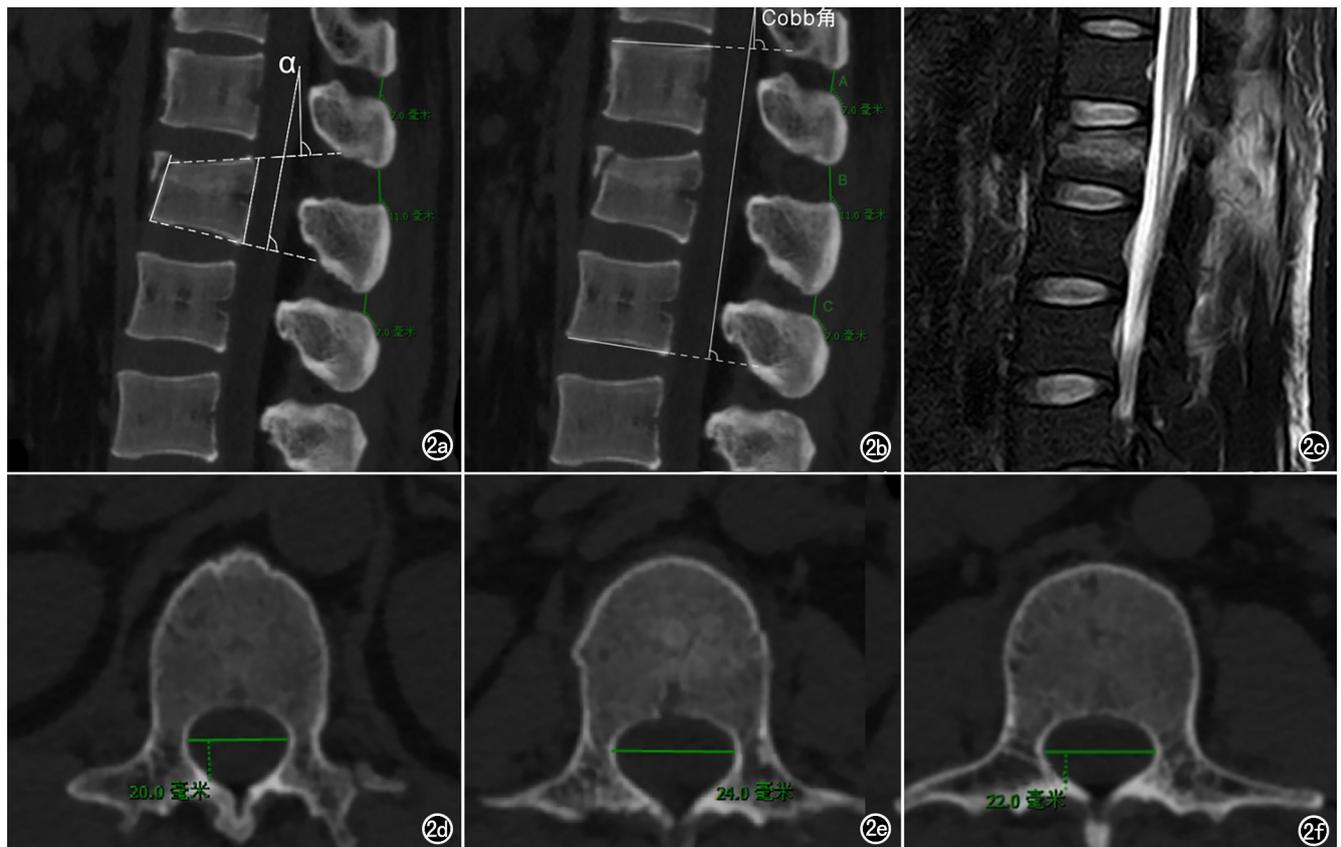


图2 评估PLC完整性。a) 伤椎后凸楔变角 α ; b) 伤椎上下终板夹角(cobb角)、ABC线分别为伤椎上位椎体、伤椎及伤椎下位椎体棘突; c) 患者腰椎MR图矢状面示棘间及棘上韧带广泛FST₂WI高信号; d) 伤椎上位椎体椎弓根间距(20mm); e) 伤椎椎弓根间距(24mm); f) 伤椎下位椎体椎弓根间距(22mm), 椎弓根间距增加值IPD=伤椎椎弓根间距-(上位椎体椎弓根间距+下位椎体椎弓根间距)/2。

表 1 TLICS 及 TLAOSIS 评分方法

| TLICS | | 损伤形态 | TLAOSIS | | |
|---------|----|------|----------|----|----|
| 指标 | 分值 | | 指标 | 分型 | 分值 |
| 骨折形态 | | | 骨折形态 | | |
| 压缩 | 1 | | 压缩 | A0 | 0 |
| 爆裂 | 2 | | | A1 | 1 |
| 牵张 | 4 | | 牵张 | A2 | 2 |
| 移位/旋转 | 3 | | 移位/旋转 | A3 | 3 |
| 神经累及 | | | 神经累及 | A4 | 5 |
| 无受累 | 0 | | 无受累 | B1 | 5 |
| 神经根 | 2 | | 短暂神经功能障碍 | B2 | 6 |
| 完全性脊髓损伤 | 2 | | 神经根 | B3 | 7 |
| 不完全脊髓损伤 | 3 | | 不完全脊髓损伤 | C | 8 |
| 马尾神经 | 3 | | 完全性脊髓损伤 | N0 | 0 |
| 后部韧带复合体 | | | 短暂神经功能障碍 | N1 | 1 |
| 无受累 | 0 | | 神经根 | N2 | 2 |
| 可疑损伤 | 2 | | 不完全脊髓损伤 | N3 | 4 |
| 损伤 | 3 | | 完全性脊髓损伤 | N4 | 4 |
| | | | 不确定损伤 | Nx | 3 |

胸腰椎创伤结构化报告的应用展望

结构化报告有利于规范影像报告的内容,提高报告信息的完整性,提高信息传递的准确性,提高工作效率(图 4)。基于 TLICS 及 AOSpine 分型评分系统的结构化报告简单易用,可成为影像医生与临床医生有效沟通的载体。对病灶的规范描述、评分和提供关键图像可以将影像检查结果直观地展示给临床医师,有利于术者方便、准确地提取影像报告中的信息,做出临

床决策^[10-13]。

结构化报告有利于规范化搜集临床和影像数据,用于胸腰椎创伤分类的进一步研究。虽然 TLICS 评分是简便易用、可信度及可重复性较高的临床工具^[14,15],但仍有其局限性。首先,TLICS 评分中总分为 4 分时为“灰区(gray zone)”,对临床决策的意义尚不明确。其次,目前我们应用 TLICS 及 AOSpine 评分仅是基于影像的客观评价,而实际工作中治疗决策还需补充重要的临床主观评价以综合做出决策。第

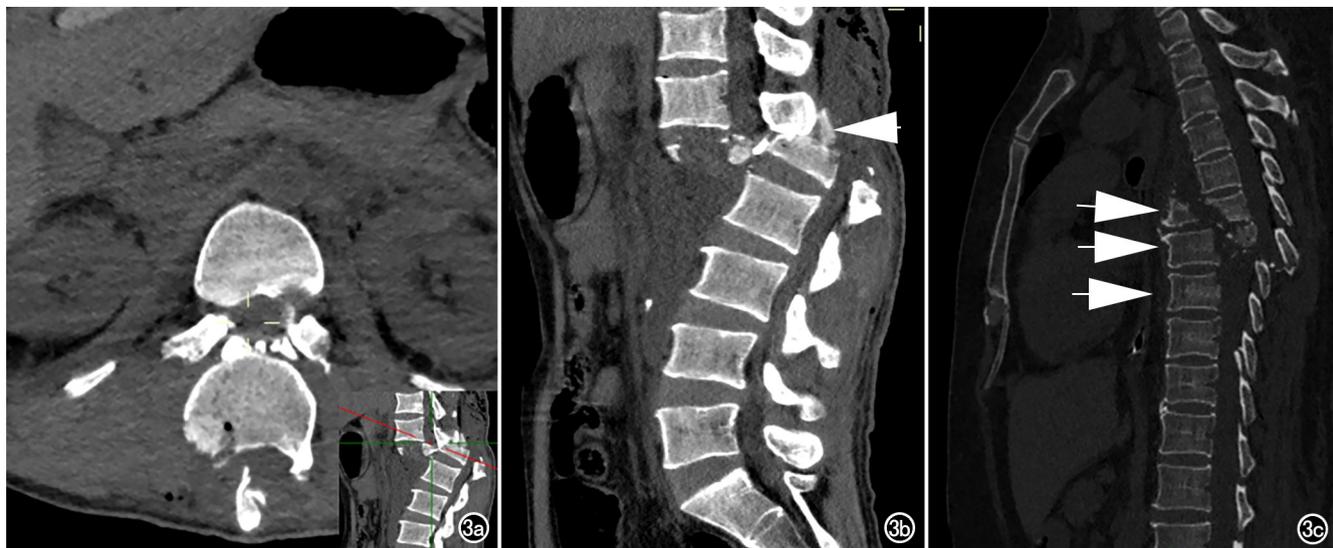


图 3 脊髓完全性损伤和不完全性损伤。a) 伤椎层面腰椎 CT 轴面图像见腰 1 椎体爆裂骨折并脱位,同水平脊髓断裂; b) 腰椎正中矢状面 CT 图像见腰 1 椎体爆裂骨折并脱位,同水平脊髓断裂(箭); c) 胸 6—胸 8 椎体爆裂骨折并脱位,继发相应水平椎管狭窄、脊髓损伤(箭)。

腰椎 CT 平扫诊断报告

一、临床评估

1. 检查目的:

创伤评价 术前评估 治疗后复查

2. 与影像相关的临床信息:

临床表现 腰痛 下肢麻木、酸痛 尿失禁 其他

病史 外伤 术后

二、技术评估

设备 伪影
 技术 体位不正 扫描范围不足 参数设置不当
 受检者 运动伪影 金属伪影
 图像质量 1 2 3 4 5

三、影像评估

术后改变 内固定位置 正常 异常

发育变异 椎弓根狭窄 棘突偏移

椎体 (非骨折区域)

曲度 正常 变直 反弓
 序列 正常 前滑 后滑
 椎体骨质 正常 增生 骨质疏松
 椎间盘 正常 膨出 突出 脱出

椎管 (非骨折区域)

容积 正常 狭窄
 椎管内病变 未见 可见 描述

椎体 (骨折区域)

位置 T12 L1 L2 L3 L4 L5
 骨折损伤形态 压缩 A0 A1 A2 爆裂 A3 A4
 牵张 B1 B2 B3 平移/旋转 C 分值
 PLC 损伤 无 有, 描述 分值

继发改变

脊髓受压 无 有, 描述 分值
 脊髓损伤 无 有, 描述 分值

椎旁软组织

正常 萎缩 异常, 描述

其他主要影像所见

TLICS 总分 AOSpine 总分

附:【关键图像】

三、诊断印象

手工编辑 诊断信心

自动生成的诊断印象 ④

图 4 腰椎创伤结构化报告模版示例。

三, TLICS 及 AOSpine 评分仅关注局部脊柱创伤情况, 而扫描范围内其他所见如合并脏器创伤、脊柱基础疾病等也能显著影响治疗决策。我们的结构化报告分别记录了 TLICS 及 AOSpine 评分, 还包括了临床评估、其他影像评估等内容, 将这些结构化数据搜集、整理可与临床决策、临床结局进行验证研究, 有望优化分型方法, 形成更合理的创伤评分系统^[1]。

结构化报告可为影像组学和人工智能技术嵌入临床实际工作流程提供一个平台。多项研究已经证明 AI 有望用于脊柱创伤和脊髓损伤诊断^[16,17], 文献报道使用深度学习模型可以准确地定位骨折位置, 对 PLC 损伤的检出准确率可达 86.6%^[18]。本团队既往研究中已通过训练腰骶椎、椎间盘分割模型完成了腰骶椎各结构分割及椎间盘自动定位, 并按临床术中所需, 通过算法对压缩骨折的患者行各椎体水平椎弓根径线的测量(图 5)。在目前结构化报告的基础上, 结合患者实际脊柱解剖结构及手术置钉方式, 训练深度学习模型, 辅助测量术中所需各项参数, 并将测量结果自动导入结构化报告中以供临床术前参考、选择术中用材尺寸等, 进而提高医学影像在精准医疗中的应用价值。

致谢: 感谢北京赛迈特锐医学科技有限公司张虽虽、赵治锋、吕磊、段博文在结构化报告构建的贡献, 王祥鹏、李世佳参与 AI 工作的讨论。

参考文献:

- [1] Smith CJ, Abdulazeez MM, Elgawady M, et al. The effect of thoracolumbar injury classification in the clinical outcome of operative and non-operative treatments[J]. Cureus, 2021, 13(1): e12428.
 [2] Aly MM, Al-Shoaibi AM, Abduraba S, et al. Traumatic low lum-

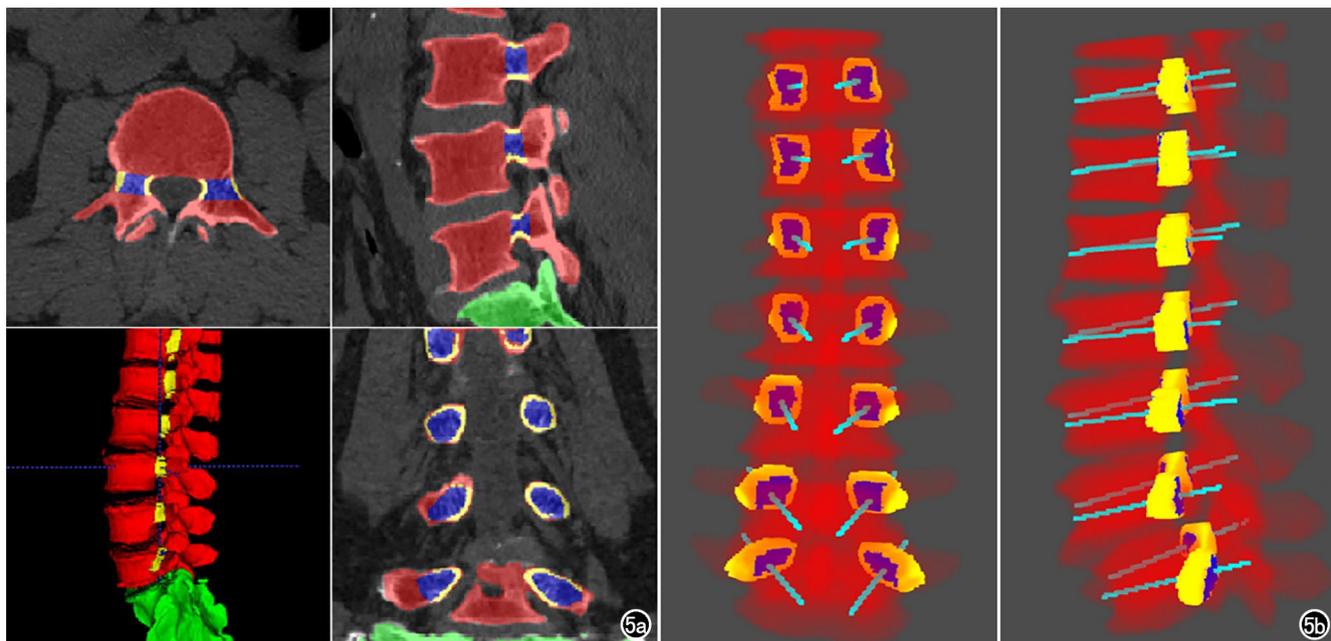


图 5 深度学习深度学习模型示例。a) 腰骶椎椎体及椎弓根分割模型预测结果; b) 模型拟合的椎弓根长轴可视化图像(模拟螺钉入路通道)。

- bar fractures: How often MRI changes the fracture classification or clinical decision-making compared to CT alone? [J]. *Eur Spine J*, 2022, 31(1): 37-45.
- [3] Lee JY, Vaccaro AR, Lim MR, et al. Thoracolumbar injury classification and severity score: a new paradigm for the treatment of thoracolumbar spine trauma [J]. *J Orthop Sci*, 2005, 10(6): 671-675.
- [4] Kepler CK, Vaccaro AR, Schroeder GD, et al. The thoracolumbar AOSpine injury score [J]. *Global Spine J*, 2016, 6(4): 329-334.
- [5] Park CJ, Kim SK, Lee TM, et al. Clinical relevance and validity of TLICS system for thoracolumbar spine injury [J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 19494.
- [6] Joaquim AF, Fernandes YB, Cavalcante RAC, et al. Evaluation of the thoracolumbar injury classification system in thoracic and lumbar spinal trauma [J]. *Spine*, 2011, 36(1): 33-36.
- [7] Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, et al. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2013, 38(23): 2028-2037.
- [8] Hartmann F, Nusselt T, Mattyasovszky S, et al. Misdiagnosis of thoracolumbar posterior ligamentous complex injuries and use of radiographic parameter correlations to improve detection accuracy [J]. *Asian Spine*, 2019, 13(1): 29-34.
- [9] 滕跃, 朱静芬, 黄仁军, 等. 骨性影像学参数对胸腰椎骨折 PLC 损伤诊断效能的研究 [J]. *临床放射学杂志*, 2017, 36(3): 398-401.
- [10] 秦岫波, 王蕊, 高歌, 等. 前列腺多参数 MRI 报告进展: 基于第 2 版前列腺影像报告和数据系统的结构化报告的构建 [J]. *肿瘤影像学*, 2016, 25(2): 111-116.
- [11] 曹敏, 张来运, 王鹤, 等. 直肠癌 CT 结构化报告的临床应用研究 [J]. *放射学实践*, 2016, 31(12): 1146-1450.
- [12] 范则杨, 王霄英. 下肢动脉硬化闭塞症 CTA 检查的诊断思路及结构化报告 [J]. *放射学实践*, 2017, 32(12): 1300-1305.
- [13] 张建军, 曹敏, 高歌, 等. 基于 PI-RADS 结构化报告的医师培训效果分析 [J]. *放射学实践*, 2016, 31(12): 1133-1137.
- [14] 谢凤鸣, 李晓庆, 陈中银, 等. X 线、CT、MRI 检查在胸腰段骨折胸腰椎损伤分类及损伤程度评分中的可信度和可重复性 [J]. *临床骨科杂志*, 2020, 23(5): 626-628.
- [15] 安忠诚, 朱宇尘, 张英健, 等. 胸腰椎 AO 脊柱损伤评分和胸腰椎损伤分型及评分指导胸腰椎骨折手术的可信度和可重复性分析 [J]. *中华创伤杂志*, 2020, 36(4): 296-302.
- [16] Murata K, Endo K, Aihara T, et al. Artificial intelligence for the detection of vertebral fractures on plain spinal radiography [J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 20031.
- [17] Khan O, Badhiwala JH, Wilson JRF, et al. Predictive modeling of outcomes after traumatic and nontraumatic spinal cord injury using machine learning: review of current progress and future directions [J]. *Neurospine*, 2019, 16(4): 678-685.
- [18] Doerr SA, Weber-Levine C, Hersh AM, et al. Automated prediction of the thoracolumbar injury classification and severity score from CT using a novel deep learning algorithm [J]. *Neurosurg Focus*, 2022, 52(4): E5.

(收稿日期: 2022-10-17 修回日期: 2022-12-30)