

儿童脊柱病理性骨折 (文献综述及单中心队列的临床和形态学分析)

PATHOLOGICAL FRACTURES OF THE SPINE IN CHILDREN (review of the literature and clinical and morphological monocenter cohort analysis)

© V.I. Zorin^{1, 2}, A.Yu. Mushkin¹, T.A. Novitskaya¹

¹ Saint Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, Saint Petersburg, Russia;

² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

■ For citation: Zorin VI, Mushkin AYU, Novitskaya TA. Pathological fractures of the spine in children (review of the literature and clinical and morphological monocenter cohort analysis). *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2020;8(1):5-14. <https://doi.org/10.17816/PTORS19015>

Received: 30.12.2019

Revised: 04.02.2020

Accepted: 10.03.2020

论证: 儿童病理性椎体骨折在炎症、肿瘤和营养不良病变中较为少见。

目的是分析儿童病理性脊柱骨折的临床表现和形态结构特点。

材料与方法。对62例2至17岁儿童在诊所进行了检查和手术病理性椎体骨折的临床及放射学特征、形态学结构进行了研究。

结果。入院时儿童平均年龄为10岁，无发现性别特征。胸椎占位性病变（78%），多见于生理后凸位Th₇₋₈的顶点。在10例中，发现多个病变，包括骨骼的其他部分的病理。非机械性（非运动）背痛（69%）、触诊疼痛（34%）和局部脊柱畸形（27%），临床症状以平均24°的局部脊椎后凸为主。11例患者（18%）出现神经功能缺损，其中9例骨折是肿瘤过程所致。在16%的病例中，椎体骨折是意外的放射发现。在病理放射症状中，所有病例中椎体高度均有下降，其中12例为椎体塌陷。除了冲击变形之外，还有各种各样的毁坏方式。对56例患者进行了诊断和治疗干预；在6名儿童中，操作仅限于环钻活检。50%的病例中，病理性骨折是由炎症过程引起的，42%是由肿瘤引起的，31%是恶性的。

结论。儿童脊柱的病理性骨折应被视为一种综合征，在大多数情况下是基于炎症或肿瘤过程。由于肿瘤的高频率，包括恶性，过程，积极的侵入性诊断是必要的。治疗策略取决于临床、放射和病理形态学特征。

关键词: 脊柱骨折；脊柱炎；儿童；驼背；脊柱重建；病理性骨折；脊椎肿胀。

Background. Pathological vertebral fractures are rare and occur in inflammatory, tumor, and dystrophic lesions.

Aim. This study aimed to analyze clinical features and morphological structure of pathological fractures of the spine in children.

Materials and methods. The authors examined and operated 62 children aged 2–17 years for pathological vertebral fractures. We investigated the clinical, radiological, and morphological features.

Results. The average age of children at the time of hospitalization was 10 years. Lesions of thoracic vertebrae prevailed (78%) with the maximum frequency of occurrence at the apex of physiological kyphosis Th₇₋₈. In 10 cases, multiple lesions were noted, including the pathology of other parts of the skeleton. In 69% of observations, clinical symptoms were not dominated by mechanical back pain. Palpation pain (34%) and local spinal deformation (27%) were

noted. On average, local kyphosis was 24°. Eleven patients (18%) manifested a neurological deficiency, of which nine fractures were a consequence of the tumor process. In 16% of observations, the fracture of the vertebra was detected to be an accidental X-ray finding. Among the radiation manifestations, all cases (12 patients) registered the decrease in the height of the vertebral body in the form of collapse. Destruction was manifested by various options other than blastic. Therapeutic and diagnostic interventions were performed in 56 patients, and in six children, manipulation was limited to trepan biopsy. The pathological fracture was caused by an inflammatory process in 50% of observations and tumors in 42%, of which 31% is malignant.

Conclusions. Pathological spinal fracture in children should be considered as a syndrome, which in most cases is based on an inflammatory or tumor process. The high frequency of neoplastic, including malignant processes, requires active invasive diagnosis. Therapeutic tactics are determined by the clinical, radiation, and morphological characteristics of pathology.

Keywords: vertebral fractures; spondylitis in child; kyphosis; spine reconstruction children; pathological fractures; tumor of spine.

俄罗斯联邦儿童损伤结构中脊柱骨折占0.55%，存在明显的区域波动[1, 2]，其中病理骨折未被正式纳入考虑。间接地，这一差距被考虑到脊柱肿瘤和肿瘤样疾病患病率的区域研究所填补：在列宁格勒地区的儿童人口中，这一指标为每10万儿童中有1.93个[3]。

对成人的病理性脊柱骨折的分析要广泛得多，这使得识别某些类型的骨折成为可能。尤其是破坏的溶解的颈椎病理，由一个复杂的病理骨折，体现是在超过一半的情况下由肿瘤引起过程[4]，在绝大多数情况下，它在本质上是转移性[5]，相对快速（28天）神经紊乱的表现[6]。成人椎体病理性骨折的另一个常见原因是炎症过程，通常具有免疫病理性质和多层次的性质[7, 8]。

确认病理性椎体骨折病因最简单的方法是对病变部位的材料进行细胞学/组织学检查。经皮环钻活组织检查取标本是确定治疗策略的主要方法。其信息含量在成人中达到75%，在儿童中达到85%[9]，而CT导航使过程的有效性得以提高[10]。

良性肿瘤中导致病理性骨折椎的儿童，特别关注一个动脉瘤性骨囊肿，目前的治疗策略包括专门的手术方法的使用，并作

为一个独立的方法—反复栓塞或它们的组合[11, 12]。

儿童病理性椎体骨折最常见的原因之一是朗格汉斯细胞的组织细胞增生。这类儿童发生神经系统疾病的频率远低于成人的病理性骨折[13]。然而，根据国际肿瘤分类（ICD-0），来自朗格汉斯细胞的组织细胞增多症属于《非特异性、有限或未知的恶性肿瘤》[14]的过程，因此缺乏统一的治疗建议。

随着神经系统疾病在儿童胸椎淋巴瘤和郎格罕氏细胞组织细胞增多症背景下的快速发展，建议使用同时开放活检的对脊髓进行紧急减压[15]。同时，类似的长期（3年以上）矫形的和肿瘤学的治疗结果复杂的神经从朗格汉斯细胞组织细胞增生症在360°脊柱重建（稳定，脊柱融合的前部和后部列），以及分离后减压置钉固定，创伤少的干预[16]。采用刮除术结合化疗，可在数年内达到椎体修复的积极效果。此外，它还描述了化疗和放射治疗的专门方法的使用，特别是针对多级病变，包括结合神经系统的表现。在这种情况下，保守治疗效果的缺乏或神经症状的迅速增加被认为是减压的指征[17-20]。

在儿童病理性椎体骨折的恶性过程中，常发现尤文氏肉瘤。在对尤文氏肉瘤的单

中心分析中，27例中有2例（7.4%）椎体病变[21]。

因此，儿童病理性脊柱骨折是一组病因多样的病变，并以的证候原则相结合。关于这一主题的大多数出版物都属于个别观察或有限的临床系列，侧重于在治疗策略的选择上缺乏统一的情况下这一过程的可能的肿瘤病因学，即使在神经系统并发症的情况下也是如此。

我们有一些治疗儿童病理性脊柱骨折的经验，我们认为有可能分享我们自己对这种病变的临床和形态学结构的分析结果。

目的是分析儿童病理性脊柱骨折的临床表现和形态结构特点。

材料与方法

研究设计：回顾性单中心四年临床队列研究。

这组材料是根据下列列入标准进行的：

- 2015年1月1日至2018年12月31日门诊患者检查治疗；
- 住院时患者年龄不超过18岁；
- 放射学研究资料的有效性证实了椎体的病理性骨折。诊断的标准是在椎体骨结构受到破坏的情况下，椎体高度下降的迹象；
- 在诊所检查/治疗期间从受影响地区获得的材料，根据形态学、免疫组化、细菌学（包括分子遗传学）的研究，对病理过程进行验证。

病变伴骨质增生，椎体增大，体高不降低，排除在分析范围之外。

在指定期间，所列的入选标准符合62名儿童的数据。这项研究检查：

- 团体的年龄及性别结构；
- 临床症状，包括神经状态特征；
- 脊柱病变的放射符号学特征；
- 导致病理性骨折发生的过程的形态学结构；
- 手术干预的结构和结果。

在分析期间，在临床治疗的脊柱破坏性病变患者中，病理性脊柱骨折患者约占20%。患者平均年龄为 10 ± 0.43 岁；研究组没有发现性别不对称。

病理的临床和放射学特征。在疾病开始时，25名（40%）儿童中记录有创伤发作，在其他病例中，根据投诉或在检查伴随的病理学时发现病理学。儿童病理性椎体骨折的临床表现特性见表1。

值得注意的是，在一半的病例中，儿童没有报告他们在病理区域的定位，只有16%的病例疼痛是由运动活动引起的。神经系统并发症的总体发生率较低，11例中8例的严重程度为大肌肉运动障碍，2例和6例按Frankel量表分别与A型和C型相对应。在11例神经系统疾病患者中，有8例在神经系统疾病与肿瘤过程之间缺乏可靠关系的情况下，进一步证实了病变的肿瘤性质（表2）。

病态椎骨折的辐射特性在所有情况下都是由减少涉及椎体的高度（包括纳入标准），包括它的崩溃在12例，只保留联系上下联系板块，有时没有完整的骨骼结构。9例患儿有多节段（2个以上）椎体

表1

儿童病理性椎体骨折的主要临床表现
($n = 62$)

临床表现	数量 (%)
背部疼痛, 包括: 本地 (触觉、触诊) 由运动引发	43 (69)
脊柱畸形	17 (27)
神经系统症状	11 (18)
无症状的课程	10 (16)

表2

神经功能缺损的频率取
决于肿瘤过程的性质

肿瘤过程的性质	神经系统 症状的数 量观测	不同的确实性
良性 $n = 18$	4 (22%)	Pf* = 0.197 ($p > 0.05$)
恶性 $n = 8$	4 (50%)	

注: Pf是费歇尔恰当概率检验。

病变, 其中5例多节段病变。合并及累及骨骼及系统其他部位的多发性病变10例。

对单个椎体的病理分布分析显示, Th₇₋₈的生理后凸顶端的病变明显占主导地位(图1)。

25例患者(其中12例伴有椎体塌陷)的破坏变化与细胞溶解酶的过程相对应; 在15例病例中, 椎体高度下降并伴有压实(硬化)。13例患者溶解的改变合并巩膜性改变; 9例为边缘皮质病变。12例患者检出椎体外(椎旁)软组织成分, 9例患者检出硬膜外播散伴椎管狭窄、脊髓受压。

当地的脊柱后凸的畸形是在17个儿童(27%), 而其平均值是 $24 \pm 3^\circ$ 。只有3例, 根据核磁共振成像, 病变椎旁的椎间盘参与了病理过程—它们的高度和亲水性降低。

尽管有明显的临床表现, 但研究组的诊断阶段相当长, 包括存在神经症状时: 诊断的平均停顿时间为2.7个月。(最少2个月, 最多5个月)。

诊断和外科手术。所有患者均接受了有创诊断和治疗干预, 包括仅对病变椎体进行6次环钻活检。在没有神经系统缺陷和脊柱重建适应症的情况下, 诊断为恶性过程, 儿童被转移到肿瘤医

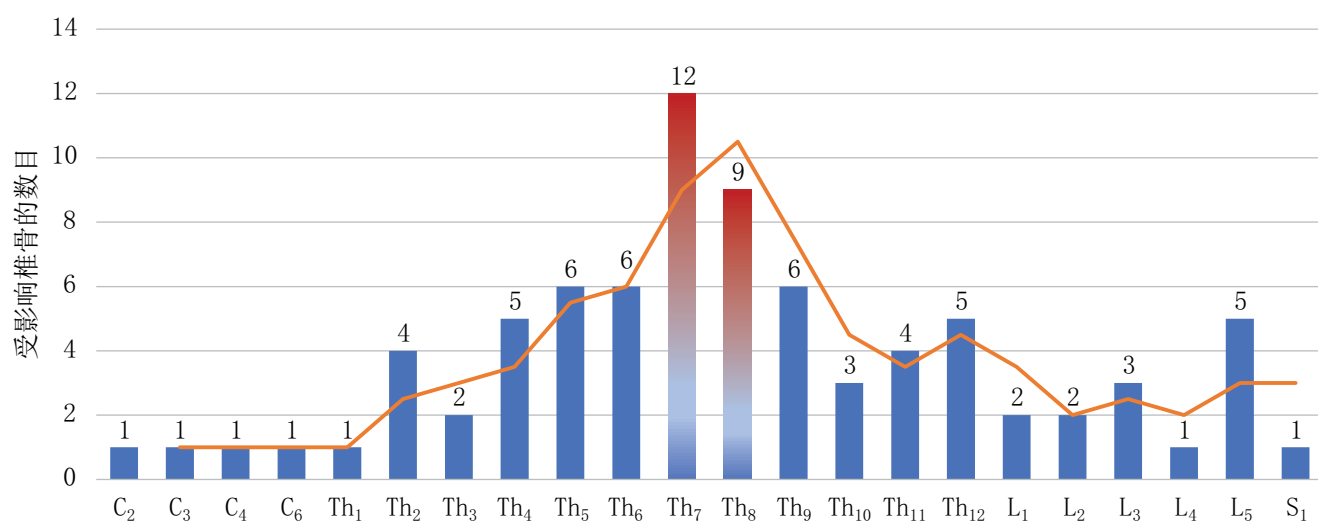


图1. 病理性椎体骨折分布水平结构
(受伤的椎数为81个)

院进行化疗。其他病例手术干预的性质见表3。

手术适应症除了已证实的肿瘤性质外，还有脊柱畸形、神经系统并发症、脊柱不稳并伴有诱发性疼痛综合征，以及缺乏环钻活检的信息。26例肿瘤病变患者中，SINS评分为 9.2 ± 0.45 分。在进行前路重建和后路器械固定时，两个阶段的手术均在一次手术中使用自体钛块光栅进行脊柱前路融合。后器械固定是通过安装椎板、椎弓根和混合结构来实现的。

病理学的形态结构。形态诊断结果如图2所示。在31例（50%）感染流行的背景下，只有1例是细菌学证实的感染过程（*St. aureus* 播种）。营养不良（骨坏死）的改变，传统上可以评估为股骨软骨病，只有5例被诊断了（8%）。其余26例（42%）儿童证实为肿瘤，8例（31%）为恶性。

病理形态学特征与年龄的关系分析显示，在年龄较大的儿童中，肿瘤病变较炎症和营养不良病变更明显（表4，图3）。特别是在11岁以上的儿童中，炎症病变的频率降低，在肿瘤过程的背景下，病理性脊柱骨折更为常见。

患者术后处理的特点。经证实为恶性过程，手术被认为是联合治疗的第一阶段：紧接着，儿童被转移到肿瘤学家的监督下。1例经环钻活组织检查诊断为尤文氏肉瘤，化疗无效，肿瘤持续生长，最终死亡。

在炎症过程的诊断中，病理被认为是一种脊椎形式的非细菌性骨髓炎，与此相关的患者被一位儿科风湿病学家进一步观察。

表3

手术干预的结构

手术干预	数量
后仪器固定	3
椎体成形术	4
脊柱前方重建（钛块-晶格(Harms网)+自体骨）	19
前重建+后器械固定	30
总有手术了	56

表4

组的年龄结构取决于病理过程的形态

形态学	平均年龄，岁	差别
炎症 (n = 31)	9.3 ± 0.47	$U_{\text{经验值}} = 268.5$ $U_{\text{临界值}} = 287$ ($p < 0.05$)
肿瘤学 (n = 26)	11 ± 0.73	
营养不良 (n = 5)	$8.8 \pm 2/10$	-

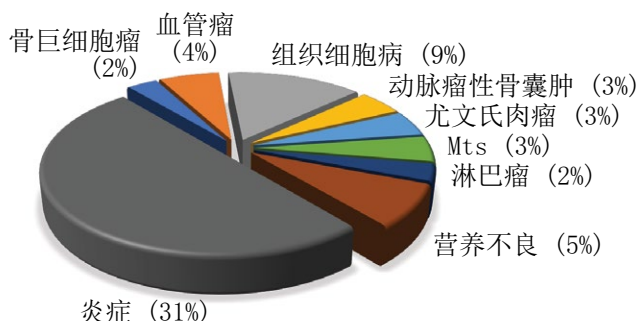


图2。病因结构的病理证实了组织学检查的材料从受影响的地区。ABC—动脉瘤性骨囊肿，GSTB—骨巨细胞瘤，Mts—肿瘤转移

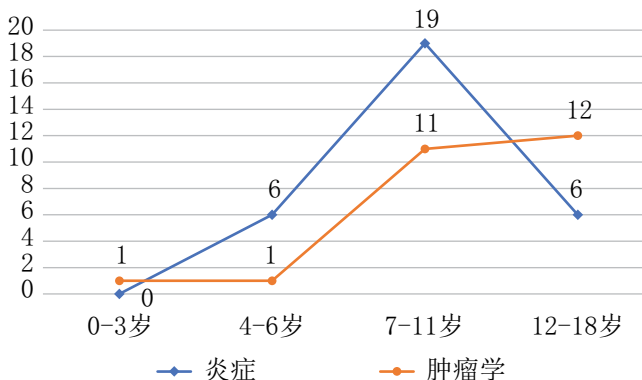


图3。脊柱有炎症和肿瘤病变的儿童数目，取决于年龄组

56例患者中有9例（16%）有术后并发症，包括：

- 1例儿童的病理性Th6骨折合并非细菌性骨髓炎患儿术中硬膜外血管联合脑脊液出血予以止血；
- 在一例病例中，术后早期（术后30天）出现短暂的神经营养障碍（独立回归）、手术区感染和金属结构不稳定（进行翻修干预、结构重新组装）；
- 4例脊柱畸形进展（前路脊柱融合失败—2例，前脊柱融合上缘接触性后凸—2例），3例患儿因后期并发症（术后3个月以上）再次手术。

在其他没有并发症的患者中，疼痛和局部破坏过程的发展在动态观察中被停止。在神经系统疾病患者中，实现了症状的完全（4例观察）和部分（6例）回归，1例患者无动态变化。

前脊柱融合柱稳定性恢复，形成完整的前路融合（ 7.5 ± 2.7 个月），平均 14 ± 2.2 个月可进一步拆除后金属结构。

临床的例子

一名8岁女童因背痛、无法独立行动而住进诊所。诊断：“体积形成，Th₉型病理性骨折，椎管狭窄。痉挛性降低下肢轻瘫”。

回忆：“一次受伤(摔倒)，背部疼痛。伤后4天住院，经检查诊断为体积形成和病理性骨折Th₉”。建议在联邦诊所接受治疗，等待住院治疗的时间为2.5个月：在这段时间里，患者下肢的活动受到了侵犯，失去了行走的能力。

入院时：因下位痉挛性下肢轻瘫病情严重，Frankel C型。根据CT扫描和核磁共振成像（图4，a，b）—以身体和Th₉弓的溶骨性破坏为背景的病理性骨折，包含椎旁和肛周的成分；椎管狭窄，脊髓受压。根据闪烁成像，放射性药物有轻微的局部过度固定（120%）。

针对神经系统疾病的存在，决定对存在肿瘤的椎体Th₉全部切除，脊髓减压，重建脊柱Th₈₋₁₀的量进行诊断和治疗手术。前路脊柱融合术采用带自体肋骨的钛块点阵，后路仪器固定Th₆₋₁₁，矫正畸形。操作从后方通道进行；审计时发现软组织结节形成，大小 6×4 cm，完全破坏了右侧足弓、关节突及椎体Th₉。将邻近椎间盘的病理组织从周围组织中分离出来，使用邻近的Th₈₋₁₀闭合板内的电切和超声骨器械取出；脊髓膜循环释放（未发现浸润性生长的迹象）。根据形态学研究，动脉瘤性骨囊肿（图4，c-g）。嗜神经和血管治疗，物理治疗课程已经开始。在阳性神经动力学背景下，三周后在矫形器中垂直化。术后一年对Frankel D型的偏回归。在助行器的帮助下行走。

讨论

儿童病理性脊柱骨折比较少见，但在骨骼破坏性损伤患者的结构中占有重要的地位。病理性椎体骨折的临床特征与创伤性损伤相似，由创伤引起，但在某些病例中没有症状[22]。

如果怀疑是病理过程，则需要对进行深入的多期诊断[23]，根据我们的数据，随时间延长，这与组织原因有关，而病理变化的进展和治疗的暂停增加。

由于病理性骨折的原因是多种多样的，不仅需要观察儿科外科医生、骨科医生、肿瘤学家、风湿病学家等专科医生的跨学

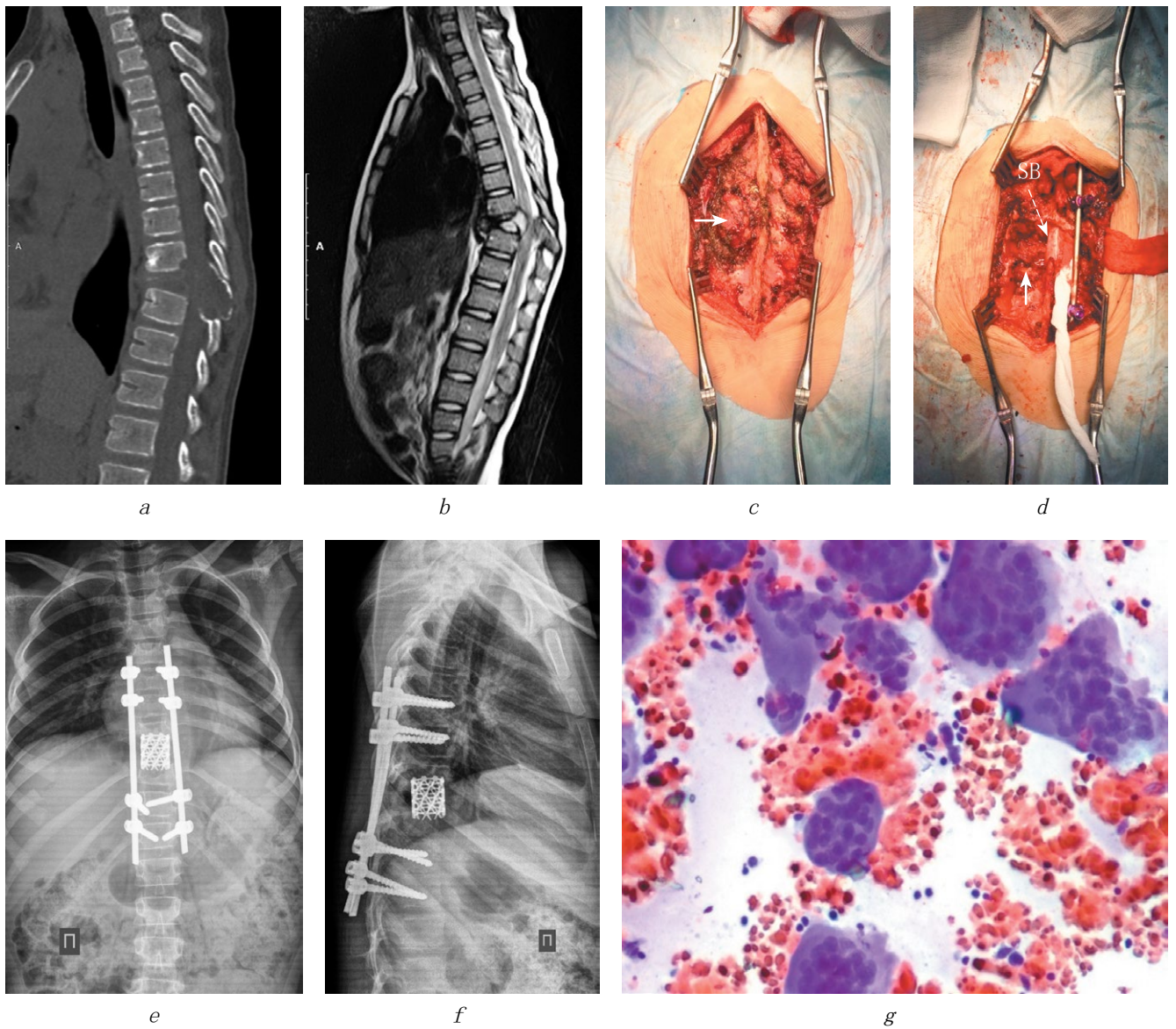


图 4。 8岁儿童动脉瘤性骨囊肿背景下Th9椎体的病理性骨折；*a, b*—术前正中矢状位CT扫描及核磁共振成像切片：椎体Th₉的腹侧和背侧元素的溶骨性破坏，局部后凸21°，脊髓受压，肿瘤的硬膜外部分有髓增生性病灶；*c, d*—术中照片（箭头表示肿瘤和切除后形成的缺陷）；*e, f*—控制术后X线片；*g*—涂片（苏木精、伊红染色，×100）：红细胞及成骨细胞等巨大多核细胞。SB—脊髓

科互动原则，还需要对疾病进行病因学验证 [24, 25]。在大多数情况下，材料可以通过微创手术-经皮穿刺活检获得。随后的手术策略取决于手术过程的性质和复杂的椎体（不稳定、变形）、神经外科（椎管狭窄、威胁或神经缺陷）和肿瘤标准。

考虑跨学科合作，提供诊断和手术是明智的帮助儿童脊柱专业中心的病理性骨折，儿童需要在很短的时间内发送哪儿，如果发展的神经紊乱或他们的威胁，立即住院。

儿童病理性脊柱骨折的策略和治疗算法如图5所示。

结论

儿童病理性脊柱骨折形态结构多样，以炎性（非感染性）、肿瘤性为主。由于恶性过程成为病理性骨折的原因的可能性相当高，因此在选择治疗和诊断策略时必须遵循肿瘤学的警觉性原则。

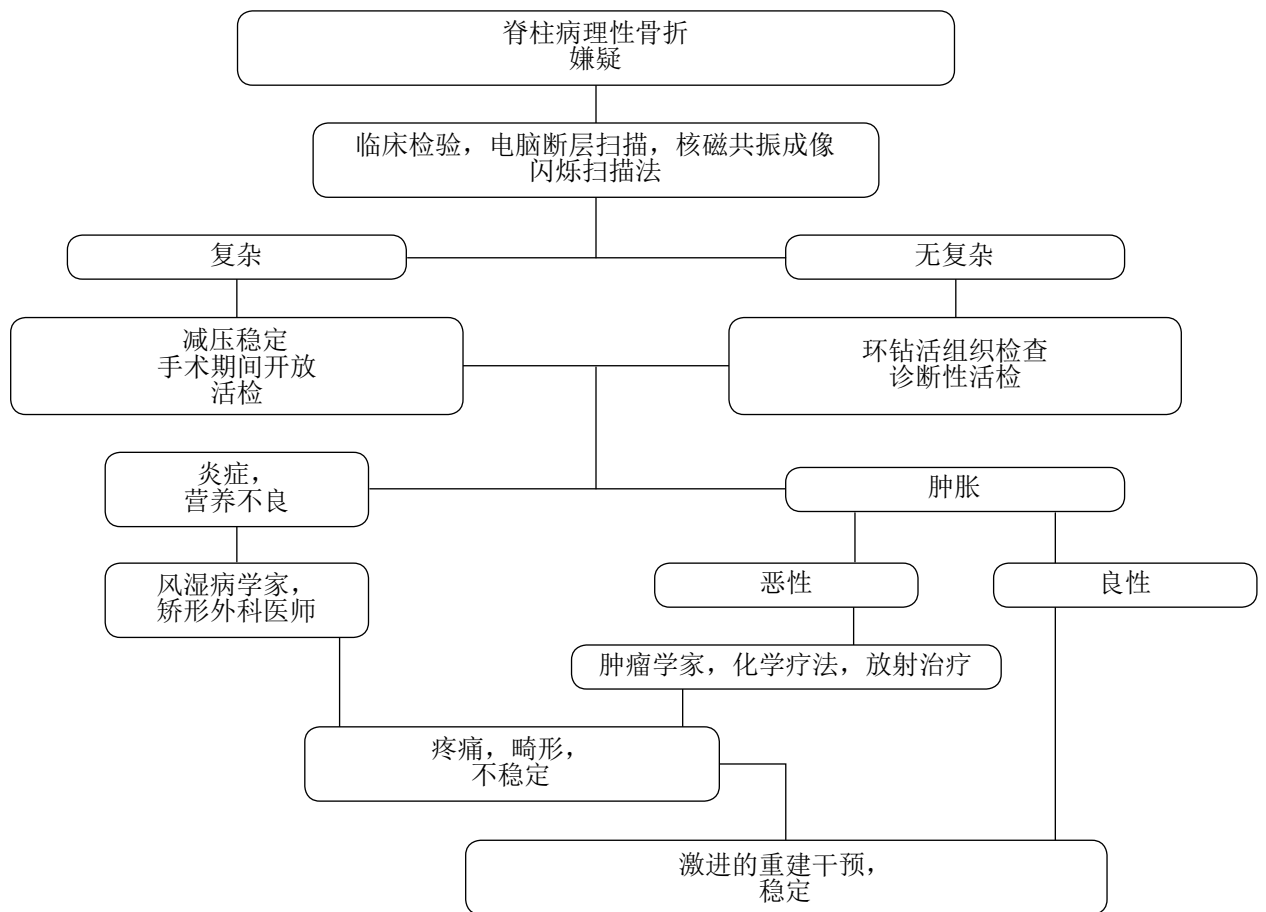


图5. 病理性脊柱骨折的战术算法。
电脑断层扫描; 核磁共振成像; 化学疗法; 放射治疗

儿童病理性椎体骨折属于综合征范畴, 因此, 应对来自受影响区域的材料进行病因学验证。

由于病理学的罕见性和复杂性, 在决定治疗的性质时, 建议在具有此类干预经验的专业中心进行重建手术, 并考虑跨学科交互作用的可能性(形态学家、外科医生、骨科医生、肿瘤学家、神经外科医生、风湿病学家)。

附加信息

资金来源。 没有。

利益冲突。 作者声明没有与本出版物相关的明显或潜在的利益冲突。

伦理审查。 该研究得到了俄罗斯联邦卫生部联邦国家预算机构Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisio-pulmonology伦理委员会的讨论和批准(第64/2019号议定书)。患者及其法律代表对检查、治疗、在科学文献中发表研究结果、在教育过程中使用信息以及其他目的表示知情同意。

作者贡献

V. I. Zorin — 负责文献收集与分析, 研究设计开发, 临床资料收集, 结果分析, 撰写文章。

A. Yu. Mushkin — 负责研究设计, 文章编辑的开发与编辑。

T. A. Novitskaya — 负责修改组织准备, 分析结果的形态学研究。

所有作者都对文章的研究和准备做出了重大贡献，在发表前阅读并批准了最终版本。

References

1. Скрябин Е.Г., Смирных А.Г. Переломы тел позвонков в структуре детского травматизма // Травматология и ортопедия России. – 2012. – № 3. – С. 106–110. [Skryabin EG, Smirnykh AG. Fractures of vertebral bodies in the structure of children's traumatism. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2012;(3):106-110. (In Russ.)]
2. Залетина А.В., Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г., и др. Структура повреждений позвоночника у детей в регионах Российской Федерации // Хирургия позвоночника. – 2017. – Т. 14. – № 4. – С. 52–60. [Zaletina AV, Vissarionov SV, Baidurashvili AG, et al. Structure of spinal injuries in children in regions of the Russian Federation. *Spine surgery*. 2017;14(4):52-60. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14531/ss2017.4.52-60>.
3. Сنيщук В.П., Владовская М.Д., Виссарионов С.В., и др. Избранные аспекты эпидемиологии опухолей и опухолеподобных заболеваний позвоночника и спинного мозга у детей // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2018 – Т. 6. – № 2. – С. 44–53. [Snishchuk VP, Vladovskaya MD, Vissarionov SV, et al. Selected aspects of the epidemiology of tumors and tumor-like diseases of the spine and spinal cord in children: A 19-year regional cohort study in the Leningrad region. *Pediatric traumatology, orthopaedics and reconstructive surgery*. 2018;6(2):44-53. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/PTORS6244-53>.
4. Кавалерский Г.М., Каранадзе А.Н., Гордеев Г.Г., и др. Лечение патологических переломов тел шейных позвонков // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2010. – № 1. – С. 54–58. [Kavalerskiy GM, Karanadze AN, Gordeev GG, et al. The treatment of pathologic fractures of cervical vertebrae bodies. *Khirurgiya (Mosk)*. 2010;(1):54-58. (In Russ.)]
5. Заборовский Н.С., Пташников Д.А., Топузов Э.Э., и др. Эпидемиология опухолей позвоночника у пациентов, получивших специализированную ортопедическую помощь // Травматология и ортопедия России. – 2019. – Т. 25. – № 1. – С. 104–112. [Zaborovskiy NS, Ptashnikov DA, Topuzov EE, et al. Spine tumor epidemiology in patients who underwent orthopaedic surgery. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2019;25(1):104-112. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2019-25-1-104-112>.
6. Алиев М.Д., Тепляков В.В., Каллистов В.Е., и др. Современные подходы к хирургическому лечению метастазов злокачественных опухолей в кости // Практическая онкология. – 2001. – Т. 2. – № 1. – С. 39–43. [Aliiev MD, Teplyakov VV, Kallistov VE, et al. Sovremennye podkhody k khirurgicheskomu lecheniyu metastazov zlokachestvennykh opukholey v kosti. *Prakticheskaya onkologiya*. 2001;2(1):39-43 (In Russ.)]
7. Li Y, Liu G, Zhao Y, et al. SAPHO syndrome with pathological fractures of vertebral bodies: a case report. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):27. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2410-x>.
8. Anderson SE, Heini P, Sauvain MJ, et al. Imaging of chronic recurrent multifocal osteomyelitis of childhood first presenting with isolated primary spinal involvement. *Skeletal Radiol*. 2003;32(6):328-336. <https://doi.org/10.1007/s00256-002-0602-0>.
9. Мушкин А.Ю., Алаторцев А.В., Маламашин Д.Б., и др. Информативность чрескожной трепанбиопсии в дифференциальной диагностике ограниченных деструктивных поражений позвоночника // Хирургия позвоночника. – 2012. – № 1. – С. 62–66. [Mushkin AY, Alatorsev AV, Malamashin DB, et al. Informative value of percutaneous trepan biopsy for differential diagnosis of circumscribed destructive lesions of the spine. *Spine surgery*. 2012;(1):62-66. (In Russ.)]
10. Spinnato P, Bazzocchi A, Facchini G, et al. Vertebral fractures of unknown origin: role of computed tomography-guided biopsy. *Int J Spine Surg*. 2018;12(6):673-679. <https://doi.org/10.14444/5084>.
11. Geffroy L, Hamel O, Odri GA, et al. Treatment of an aneurysmal bone cyst of the lumbar spine in children and teenagers, about five cases. *J Pediatr Orthop B*. 2012;21(3):269-275. <https://doi.org/10.1097/BPB.0b013e32834f16b5>.
12. Наумов Д.Г., Сперанская Е.А., Мушкин М.А., и др. Аневризмальная костная киста позвоночника у детей: систематический обзор литературы // Хирургия позвоночника. – 2019. – Т. 16. – № 2. – С. 49–55. [Naumov DG, Speranskaya EA, Mushkin MA, et al. Spinal aneurysmal bone cyst in children: systematic review of the literature. *Spine surgery*. 2019;16(2):49-55. (In Russ.)]. <http://dx.doi.org/10.14531/ss2019.2.49-55>.
13. Huang WD, Yang XH, Wu ZP, et al. Langerhans cell histiocytosis of spine: a comparative study of clinical, imaging features, and diagnosis in children, adolescents, and adults. *Spine J*. 2013;13(9):1108-1117. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.03.013>.
14. Fletcher CD, Unni RR, Mertens F. World Health Organization classification of tumors. Pathology and genetics of tumors of soft tissue and bone. Lyon: IARC press; 2002.
15. Bortoletto A, Rodrigues LCL, Matsumoto MH. Pathological fracture of lumbar vertebra in children with acute neurological deficit: case report. *Rev Bras Ortop*. 2011;46(3):315-317. [https://doi.org/10.1016/s2255-4971\(15\)30202-0](https://doi.org/10.1016/s2255-4971(15)30202-0).

16. Lu GH, Li J, Wang XB, et al. Surgical treatment based on pedicle screw instrumentation for thoracic or lumbar spinal Langerhans cell histiocytosis complicated with neurologic deficit in children. *Spine J.* 2014;14(5):768-776. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.06.104>.
17. Di Felice F, Zaina F, Donzelli S, Negrini S. Spontaneous and complete regeneration of a vertebra plana after surgical curettage of an eosinophilic granuloma. *Eur Spine J.* 2017;26(Suppl 1):225-228. <https://doi.org/10.1007/s00586-017-5063-1>.
18. Nakamura N, Inaba Y, Aota Y, et al. Characteristic reconstitution of the spinal langerhans cell histiocytosis in young children. *J Pediatr Orthop.* 2019;39(4):e308-e311. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001283>.
19. Jiang L, Liu XG, Zhong WQ, et al. Langerhans cell histiocytosis with multiple spinal involvement. *Eur Spine J.* 2011;20(11):1961-1969. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1390-1>.
20. Luong TC, Scrigni A, Paglia M, et al. Langerhans cell histiocytosis with vertebral involvement and soft tissue extension: clinical case. *Arch Argent Pediatr.* 2016;114(4):e256-259. <https://doi.org/10.5546/aap.2016.e256>.
21. Kuleta-Bosak E, Kluczevska E, Machnik-Broncel J, et al. Suitability of imaging methods (X-ray, CT, MRI) in the diagnostics of Ewing's sarcoma in children — analysis of own material. *Pol J Radiol.* 2010;75(1):18-28. 3389856.
22. Пташников Д.А., Усиков В.Д., Засульский Ф.Ю. Патологические переломы костей // Практическая онкология. — 2006. — Т. 7. — № 2. — С. 117-125. [Ptashnikov DA, Usikov VD, Zasl'skiy FY. Patologicheskie perelomy kostey. *Prakticheskaya onkologiya.* 2006;7(2):117-125. (In Russ.)]
23. Губин А.В., Ульрих Э.В., Мушкин А.Ю., и др. Неотложная вертебрология: шейный отдел позвоночника у детей // Хирургия позвоночника. — 2013. — № 3. — С. 81-91. [Gubin AV, Ul'rikh EV, Mushkin AY. Emergency vertebratology: cervical spine in children. *Spine surgery.* 2013;(3):81-91. (In Russ.)]
24. Yu L, Kasser JR, O'Rourke E, Kozakewich H. Chronic recurrent multifocal osteomyelitis. Association with vertebra plana. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71(1):105-112.
25. Копчак О.Л., Мушкин А.Ю., Костик М.М., Малетин А.С. Вертебральная форма небактериального остеомиелита: клинико-лабораторная характеристика и особенности лечения // Хирургия позвоночника. — 2016. — Т. 13. — № 3. — С. 90-101. [Kopchak OL, Mushkin AY, Kostik MM, Maletin AS. Vertebral form of non-bacterial osteomyelitis: clinical and laboratory features and treatment characteristics. *Spine surgery.* 2016;13(3):90-101. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14531/ss2016.3.90-101>.

Information about the authors

Vyacheslav I. Zorin* — MD, PhD, orthopedic and trauma surgeon of the Clinic of Children's Surgery and Orthopedics, Saint Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology; Associate Professor of the Department of Children's Surgery, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-9712-5509>. E-mail: zoringlu@yandex.ru.

Alexander Yu. Mushkin — MD, PhD, D.Sc., Professor, Head of the Clinic of Pediatric Surgery and Orthopedics, Head of the Scientific and Clinical Center of Spine Pathology, Saint Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-1342-3278>. E-mail: aymushkin@mail.ru.

Tatyana A. Novitskaya — MD, PhD, Head of the Pathoanatomical Department, Saint Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-5137-5126>. E-mail: nta0666@rambler.ru.