

单纯性骨囊肿研究进展

张 雄, 瞿向阳*

重庆医科大学附属儿童医院骨科, 儿童少年健康与疾病国家临床医学研究中心, 儿童发育疾病研究教育部重点实验室, 重庆市卫生健康委儿童重要器官发育与疾病重点实验室, 重庆

收稿日期: 2026年3月15日; 录用日期: 2026年4月9日; 发布日期: 2026年4月16日

摘 要

单纯性骨囊肿(SBC)是一种良性的溶骨性病变。通常出现在四肢长骨的干骺端, 尤其是肱骨近端和股骨近端。85%的SBC几乎全部发生在儿童和青少年中。其发病机制尚不明确, 目前静脉引流受阻假说是最受青睐的假说。疼痛是其最主要的症状, 但大多数患者无任何临床症状。普通X线平片是SBC的首选诊断方法。病理检查SBC确诊的金标准。目前关于SBC的治疗方式多样, 疗效参差不齐。治疗时需要权衡评估不同治疗方式优缺点以及患者实际情况, 个体化治疗。治疗后存在囊肿复发、病理性骨折、注射材料(如类固醇激素、骨髓)的潜在栓塞、感染以及生长障碍等并发症。本文就SBC的流行病学、发病机制、临床表现、影像学表现、鉴别诊断、治疗方法、并发症及预后进行综述。

关键词

单纯性骨囊肿, 发病机制, 注射治疗, 手术治疗

Advances in the Study of Simple Bone Cysts

Xiong Zhang, Xiangyang Qu*

Department of Orthopedics, Children's Hospital of Chongqing Medical University, National Clinical Research Center for Children and Adolescents' Health and Diseases, Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, Chongqing Municipal Health Commission Key Laboratory of Children's Vital Organ Development and Diseases, Chongqing

Received: March 15, 2026; accepted: April 9, 2026; published: April 16, 2026

Abstract

Simple bone cyst (SBC) is a benign osteolytic lesion. It typically occurs in the metaphysis of long bones in the extremities, particularly the proximal humerus and proximal femur. Approximately 85% of SBCs are found almost exclusively in children and adolescents. Its pathogenesis remains

*通讯作者。

unclear, with the venous obstruction hypothesis currently being the most favored. Pain is the primary symptom, although most patients are asymptomatic. Plain radiography is the first-choice diagnostic method for SBC. Pathological examination is the gold standard for confirming the diagnosis. Currently, various treatment modalities exist for SBC, with inconsistent efficacy. Treatment requires weighing the advantages and disadvantages of different approaches alongside the patient's specific situation to achieve individualized therapy. Post-treatment complications include cyst recurrence, pathological fractures, potential embolism from injected materials (such as corticosteroids or bone marrow), infection, and growth disturbances. This article reviews the epidemiology, pathogenesis, clinical manifestations, imaging findings, differential diagnosis, treatment methods, complications, and prognosis of SBC.

Keywords

Simple Bone Cyst, Pathogenesis, Injection Therapy, Surgical Treatment

Copyright © 2026 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

单纯性骨囊肿(SBC)又称单房性骨囊肿,是一种良性的溶骨性病变,好发于四肢长骨干骺端,尤其是肱骨近端和股骨近端[1][2]。SBC最初由Virchow于1891年报告为“囊性结构”,当时认为这是由于局部循环异常所致[3]。这些良性的充满液体的空腔会随着时间的推移而增大,导致骨骼变薄。甚至导致病理性骨折[2]。目前SBC发病机制尚不明确,许多研究认为SBC与创伤或感染[4]、局部静脉阻塞有关[5]。近年研究发现,该病可能与基因重排有关[6]。本文主要对SBC的流行病学、发病机制、临床表现、影像学表现、鉴别诊断、治疗方法、并发症及预后进行综述。

2. SBC的流行病学

85%的SBC几乎只发生在儿童和青少年身上[7][8]。报告的高峰期在3到14岁之间,确诊的平均年龄约为9岁[3][9]-[11]。SBC约占所有活检骨肿瘤的3%,并且存在性别差异,男性多见,发生频率男女比例约为2:1~4:1[7][11]。

3. SBC的发病机制

其确切的发病机制仍难以捉摸。对于单纯性骨囊肿(SBC)的形成,已提出了许多假说。这些假说包括局部骨骼生长的紊乱、既存病变的作用、骨髓内出血以及静脉引流受阻。静脉引流受阻是最受青睐的机制,它发生在松质骨快速生长和重塑的部分。Chiriga等人[12]发现,与正常骨髓压力相比,受累骨骼的内部压力略有增加,且囊肿液的氧分压低于动脉血或静脉血,这表明存在静脉阻塞。导致骨吸收的因素包括内部压力升高和液体积聚、静脉淤滞以及静脉发育异常[13]。研究表明,囊肿液中的溶酶体酶水平高于血清。基于这一观察结果,提出了溶酶体酶在单纯性骨囊肿生长中的酶促作用。Komiya[13]在一项研究中测量了囊肿液中的骨吸收因子(前列腺素、白介素 1β 、硝酸盐和亚硝酸盐水平以及蛋白水解酶),指出过氧亚硝酸盐会导致骨细胞凋亡,进而导致骨皮质的病变。

4. SBC的临床表现

患者的年龄对骨囊肿的表现和临床行为有很大影响。在10岁以前发病的SBC更具侵袭性且这些患

者的复发率是青少年的四倍[14]。由于 SBC 是无痛的, 因此 80% 的患者不会有任何症状, 除非发生病理性大骨折。在没有创伤史的患者中, 症状包括轻度疼痛、局部压痛和偶尔的肿胀。在一些从未出现症状的患者中, 病变可能是 X 光片上的偶然发现。SBC 几乎可以发生在每一块骨头上, 但超过 95% 的病例涉及长骨, 尤其是肱骨近端和股骨近端占这些病例的近 90% [14]。根据 Neer 分级[15], SBC 被分为活动期和静止期两种类型, 活动期骨囊肿距离骨骺更近, 而骨骺是骨骼生长最活跃的区域, 当囊肿紧靠这个高代谢区域时, 它可能持续受到这种生物学环境的影响, 保持其活性, 使治疗效果差甚至容易复发。

5. SBC 的影像学表现

5.1. X 线检查

X 线检查是首选的检查方式[16], 具有很高的诊断准确性。囊肿长轴与骨骼的长轴平行, 皮质骨断裂和软组织成分很少见[17] [18]。SBC 通常位于干骺端和近干骺端, 在 X 射线上呈密度均匀的圆形或椭圆形透光区, 边界清晰, 具有薄的硬化边缘。皮质骨断裂和骨膜反应通常不存在, 但在骨折的情况下会出现。在发生病理性骨折的情况下, 会出现特征性“坠落碎片”征象[19], 即囊内骨折碎片游离于囊腔。骨折碎片会随着患者体位的改变而改变位置。当穿刺或病理性骨折后外界气体进入囊腔时, 气体上浮形成圆形或椭圆形低密度气泡影, 形成清晰的气-液平面, 是 SBC 相对特异性的“上升气泡征”。这个征象被认为是具有诊断意义的, 如果观察到这个征象, 则不需要其他检查方式来确认诊断[17] [20]。在愈合阶段, 会表现为囊腔进行性缩小、囊腔密度进行性增高, 骨皮质增厚, 硬化边缘融合。在骨折的情况下, 可以看到骨折断端对线不良。

5.2. CT 检查

CT 的主要作用是评估骨盆和脊柱等难以通过普通 X 射线评估的区域内的囊肿[19]。CT 能够更准确地显示复杂区域(如脊柱和骨盆)内囊肿的范围, 并揭示一些在普通 X 射线上可能不明显的并发症, 如微小的病理性骨折[16]。CT 主要用于评估囊肿壁厚度和骨折风险[18]。在普通 CT 上, 囊肿通常呈现为圆形或者椭圆形的病变, 周围皮质变薄但保持完整, 偶尔可以看到液-液平面。在骨折的情况下, 可以看到“坠落碎片”作为囊肿内液体中的漂浮骨。“上升气泡征”是提示病理性骨折存在的特征性表现, 在 CT 上也可以看到。CT 还为介入治疗提供了路线图[9] [21]。

5.3. MRI 检查

MRI 通常与平片 X 射线或 CT 结合使用。MRI 能够显示液体的存在, 并确认其囊性性质。此外, MRI 不仅确认囊肿的性质和位置, 还是进一步阐述其侵袭性特征的成像方式。在 T1 加权图像上, SBC 显示均匀的低信号强度, 而在 T2 加权图像和液体敏感序列上则显示高信号强度[16]。在 MRI 增强扫描中, 囊肿边缘出现增强, 而中心区域无增强。如果囊肿内存在纤维性间隔, 且这些间隔在平片上不可见, 则偶尔会出现液-液平面。在 T2 加权或 STIR 序列(液体序列)上, 这些间隔表现为低信号的细线, 周围被高信号环绕。在 MRI 增强扫描中, 间隔可能会增强。间隔可能是部分性的, 也可能有局限的区域。伴有骨折的囊肿在所有序列上的 MRI 信号都是不均匀和混杂的。在 T1 加权图像上, 由于血液产物而呈现高信号。在 T2 加权图像和液体序列上, 血肿、骨膜反应和周围水肿均呈现高信号[22] [23]。

5.4. 影像学在治疗后阶段的作用

X 射线是治疗后随访的首选检查, 因为它是一种便捷且经济的方法来获取所需信息并指导进一步的治疗。在 X 射线上, 可以观察到囊腔是否缩小、腔内密度是否增高。在随访中, 愈合可能表现为囊肿的

骨化并伴有皮质增厚。然而, 如果观察到透亮区, 则提示有残留或复发[24]。根据 Neer 等人于 1966 年描述的单发性骨囊肿治疗后的评分系统[15], 较好的疗效是在干预后囊肿完全消失, 或者在平片上看到一个或多个静止的囊肿样小缺损, 病灶周围骨皮质增厚, 可以预防骨折。若随访检查中囊肿的增大表明复发, 并需要再次干预治疗。在复杂病例中, 如病理性骨折或术后发生感染等并发症的情况下, 应考虑使用 MRI 而不是 CT, 以避免不必要的电离辐射[25]。

5.5. 影像学在 SBC 诊疗过程新进展

X 射线是 SBC 诊疗过程的首选检查。但近年来, 功能性 MRI、定量影像学等影像学术技术逐渐应用于 SBC 的鉴别诊断等。弥散加权成像(DWI)在囊性骨病变的鉴别诊断中具有重要价值。Ahlawat 等[26]研究证实, 不同囊性骨病变因其内部成分差异而表现出特征性的表现扩散系数(ADC)值范围。SBC 因囊内为清亮浆液性液体, 水分子扩散不受限, 表现为均匀高 ADC 值(约 $2.0\sim 2.8 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$); 动脉瘤样骨囊肿(ABC)因存在液-液平面、分隔及血凝块, 呈不均质低 ADC 值; 纤维结构不良(FD)因纤维组织增生及细胞密度较高, ADC 值最低(约 $1.2\sim 1.8 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)。以 $\text{ADC} \geq 2.0 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 为阈值诊断 SBC 的敏感性及特异性均超过 90%。上述结果表明, DWI/ADC 定量分析可作为囊性骨病变无创鉴别诊断的有效工具, 尤其对于穿刺活检困难部位, 具有重要的临床应用价值。

6. SBC 的鉴别诊断

SBC 的鉴别诊断包括动脉瘤样骨囊肿、骨纤维异常增殖症、软骨瘤等[3] [9]。在 X 射线上, 动脉瘤样骨囊肿表现为溶骨性、偏心性病变, 分隔多见, 可见多发液-液平面。这些病灶的 MRI 检查会显示双密度液平面和分隔[27]。骨纤维异常增殖症的基质呈现出磨玻璃样密度, 边界欠清, 这与单纯性骨囊肿不同。软骨瘤通常见于手部和足部的短管状骨, 病灶内可见点状或环形钙化, 囊腔密度不均, 伴有皮质变薄和扩张。

7. SBC 的治疗方法

治疗的目的是彻底清除病灶, 预防病理性骨折, 促进囊肿愈合, 防止囊肿复发和再骨折[28]。SBC 的治疗方法随着时间的推移而不断发展。当前的治疗方法包括保守治疗、注射治疗、手术治疗。治疗方案的选择根据患者的临床和放射学特征进行个体化定制。疗效评价多采用 NeerX 线评价标准[15] [29], 治疗效果分为四类: ① 完全愈合: 治疗后囊腔完全填充, 残留透光区 $<1 \text{ cm}$, 病灶骨皮质增厚; ② 部分愈合: 治疗后囊腔部分填充, 残留透光区 $<50\%$, 病灶骨皮质增厚可预防骨折; ③ 持续存在: 治疗前后囊腔大小无变化, 透光区 $>50\%$, 需要再次手术或限制活动。④ 复发: 治疗后病灶愈合后囊腔再次出现, 透光区较治疗前增加。完全愈合和部分愈合为治疗有效, 持续存在和复发为治疗无效。

7.1. 保守治疗

如果患者在 X 射线上偶然发现 SBC, 但没有任何症状, 且骨骼没有病理性骨折的风险, 则建议观察, 定期随访。

7.2. 注射治疗

注射治疗主要包括类固醇激素注射和自体骨髓注射。该治疗方式为微创方案, 具有创伤小、操作简便、经济便捷等优点。

7.2.1. 类固醇激素注射治疗

类固醇激素注射可以通过减少囊液的产生, 降低囊腔内的压力达到治疗 SBC 的目的[30]。Scaglietti

等[31]首先报告了在透视下使用甲基强的松龙对 72 例 SBC 进行病灶内注射, 在后续 1~3 年的随访中取得了 90% 的治愈率。Pavone 等[32]的研究结果显示, 23 例采用激素注射治疗的 SBC 患者, 19 例痊愈, 治愈率为 83%。然而, 也有大量研究表明, 仅依靠激素注射治疗, 难以达到理想的治疗效果。Traub 等[33]研究结果显示, 41 例采用激素注射治疗的 SBC 患者中, 26 例治疗有效, 单次类固醇注射的失败率为 37%。Sung 等[34]对 94 例采用激素注射治疗的 SBC 患者进行了长达 7 年的随访, 结果表明首次注射治疗失败率为 84%, 二次注射后失败率仍为 76%。Bezirgan 等[35]研究表明, 对 SBC 患者进行 3 次类固醇注射后, 其完全愈合率可达 62%。综合以上结果不难发现, 类固醇激素注射虽具有操作简便、不良反应少的优势, 但 SBC 单次注射类固醇的治愈率较低, 临床多需依靠重复注射提高治愈率, 而多次注射可能出现感染、骨折等风险, 因此该治疗方式目前已不再作为常用手段[36]。

7.2.2. 自体骨髓注射治疗

自体骨髓富含丰富的间充质干细胞(MCS), MCS 具有骨诱导及骨形成潜能, 有利于促进病灶的愈合, 目前临床多采用髂骨抽取骨髓[37]。Lokiec 等[38]首先报道该方法, 对 10 例活动期骨囊肿患者采用经皮注射自体红骨髓进行治疗, 10 例患者全部痊愈。Kadhim 等[39]对 11 例 SBC 患者采用自体骨髓注射治疗, 治疗有效率为 82%。Li 等[40]对 23 例 SBC 患者行自体骨髓注射治疗, 有效率达 87%。Robinson 等[41]研究发现自体骨髓注射剂量越大, 疗效越好。综上所述, 类固醇激素注射与自体骨髓注射治疗 SBC 均具有一定疗效, 但自体骨髓注射具有注射次数少、治愈率更高等优点。

7.3. 手术治疗

对于有明显或疑似病理性骨折的患者、囊肿持续增大的患者、或位于身体高病理性骨折风险区域(如股骨近端)的囊肿患者, 应考虑手术治疗[9]。Dormans 等[24]人报告了与 SBC 相关的病理性骨折的风险因素, 包括囊肿的横径大于受累骨直径的 85%, 以及囊肿壁厚 <0.5 mm。对于 SBC, 已提出了多种不同的手术选择。目前主要的手术方式有病灶清除植骨术、病灶清除植骨术内固定术。其他已描述的手术方法还包括囊腔内减压弹性髓内钉内固定以及联合方法等[9]。

7.3.1. 病灶清除植骨术

病灶清除植骨术是治疗 SBC 传统的手术方式。该术式可在直视下完整的清除囊壁病变组织, 并且植骨能够填充骨缺损、增强骨强度、诱导成骨, 促进囊肿的愈合, 大幅度降低了囊肿复发率和术后发生骨折的风险。但此种方式也有其弊端, 当病灶位于干骺端时, 若为避免骨骺损伤, 干骺端病灶未彻底清除, 则可导致骨囊肿复发; 若为追求病灶的彻底清除, 则可能导致术后发生畸形愈合[42]。1966 年, Neer 等[15]报道 129 例首次接受病灶清除植骨术治疗的 SBC 患者, 98 例临床治愈, 治愈率约 76%, 而单纯采取病灶清除的 46 例 SBC 患者, 治愈率仅为 4%, 其中术后再骨折率约 80%。Dormans 等[24]采用病灶清除植骨治疗 24 例患者, 22 例治愈, 治愈率达 92%。Kanellopoulos 等[43]报道 19 例 SBC 患者采用该术式, 全部治愈, 但有其中 2 例患者进行了二次手术。然而有部分研究却得到了不同的结论。Sung 等[34]的研究共纳入 39 例采取病灶清除植骨的 SBC 患者, 术后 25 例复发, 复发率高达 64%。Oppenheim 等[44]研究发现, 37 例采取病灶清除植骨的 SBC 患者, 21 例治疗有效, 治愈率仅 57%。因此, 病灶清除植骨对于治疗 SBC 的疗效仍存在较大的不确定性。

7.3.2. 囊腔内减压弹性髓内钉内固定术

囊腔减压是治疗 SBC 的另一方案, 弹性髓内钉是常用的内固定材料。该治疗方式是基于静脉阻塞学说提出的。内固定材料选用弹性髓内钉是因为其有一定的优势[7]: ① 可以持续引流与减压; ② 可以提供支撑, 起到内固定作用; ③ 有效预防病理性骨折。1988 年, Santori 等[45]就报道了单纯采用弹性髓内

针技术治疗儿童 SBC。Cha 等[46]的研究中 54 例接受囊腔内减压弹性髓内钉内固定的 SBC 患者, 治疗有效率高达 93%。在二者研究者, 弹性髓内钉都取得了不错的效果。但也有研究表明, 单纯使用弹性髓内钉治疗 SBC, 疗效欠佳。Traub 等[33]研究中纳入了 8 名单纯采用弹性髓内钉的 SBC 患儿, 在术后的随访过程中, 有 4 名患儿复发, 治疗有效率只有 50%。此外, 弹性髓内钉还存在需要二次取出等缺点, 且取出时间存在争议[47]。

7.3.3. 病灶清除植骨内固定术

病灶清除植骨内固定术即在行病灶清除植骨的同时, 应用弹性髓内钉进行固定, 该术式兼具了病灶清除植骨术和囊腔内减压弹性髓内钉内固定术的优势。Erol 等[7]研究报道, 16 例采用病灶清除植骨弹性髓内钉内固定治疗的 SBC, 治愈率为 100%; 仅采用病灶清除植骨术的 21 例 SBC, 治愈率为 76%, 前者治愈率明显高于后者。Hou 等[48]的研究也得出类似的结论, 采用病灶清除植骨内固定术的 7 例 SBC 患者, 治愈率为 86%; 采用病灶清除植骨术的 12 例 SBC 患者, 治愈率为 67%。目前关于使用病灶清除植骨内固定术治疗 SBC 的研究较少, 且影像 SBC 疗效的因素除治疗方式外, 还与病灶状态、病灶大小、患儿年龄等因素相关, 因此难以得出确切结论表明该治疗方式为最佳选择。

7.3.4. 联合技术

SBC 治疗方法多样, 疗效参差不齐, 越来越多的研究开始尝试使用两种治疗方法联合治疗 SBC, 融合单一治疗方式的优点, 以求提高其治愈率, 降低复发率和并发症的发生。Traub 等[33]报道采用激素注射联合弹性髓内钉治疗适用于下肢承重骨的 SBC 患者。据 Sung 等[34]研究结果显示, 在 SBC 的治疗中, 病灶激素注射联合骨髓及脱钙骨基质注射疗法, 与单纯病灶清除植骨术疗效相当, 且具有创伤更小的优势。Zhang 等[49]研究指出病灶激素注射联合弹性髓内钉内固定治疗 SBC 安全有效、简便易行, 具备良好的临床应用及推广前景。

7.3.5. 内镜技术

随着内镜技术的发展, 内镜开始应用于 SBC 的治疗当中。内镜不仅可以放大病灶的大小, 方便术者在直视下尽可能清除病灶, 而且对周围组织损伤小, 术后患者恢复较传统开刀手术较快, 能更早的投入正常生活之中。内镜技术治疗 SBC 应用前景广阔, 但对术者有较高的能力要求。

8. SBC 的并发症

治疗后最常见的并发症是囊肿复发以及病理性骨折[3]。其他并发症可能包括注射材料(如类固醇激素、骨髓)的潜在栓塞、感染以及生长障碍[9]。

9. SBC 的预后

大多数 SBC 患者预后良好。Dormans 等[24]认为患者年龄是一个重要因素。无论采用何种治疗方法, 10 岁以上的患者愈合率较高, 可达 90%。另一方面, Haidar 等[50]认为, 距离骨骺板小于 1 cm 的病灶是复发的因素。然而, 复发不仅与病灶部位相关, 亦可能受治疗方式的影响[9]。

10. 结论

SBC 是一种良性的骨病变, 疼痛是其最主要的症状, 但大部分患者无任何临床症状。普通 X 线平片是 SBC 的首选诊断方法。病理检查 SBC 确诊的金标准。目前关于 SBC 的治疗方式多样, 疗效参差不齐。治疗时需要权衡评估不同治疗方式优缺点以及患者实际情况, 个体化治疗。对于无症状、未发生病理性骨折、MRI 显示囊壁无强化、病灶位于低承重部位(如肱骨近端)的低风险 SBC 患者可采用随访策略, 定

期行影像学复查即可。对于存在轻微临床症状、病灶位于低承重部位、MRI 显示囊壁轻度强化的中风险 SBC 患者, 可以考虑注射治疗, 如类固醇激素注射或骨髓注射。注射治疗虽然具有创伤小的优点, 但存在复发率高, 常需多次注射等不足。若经 2 次注射后病灶无明显改善, 可考虑手术治疗。对于临床症状明显、已发生病理性骨折、病灶位于承重部位(如股骨、胫骨)、MRI 显示囊壁环形强化或分隔强化的高风险 SBC 患者, 手术治疗应作为优先考虑的治疗方式, 有助于减少后期发生肢体畸形的发生风险, 但也存在创伤较大的问题。内镜技术应用于 SBC 的治疗, 具有损伤小、恢复快等优点, 但对术者技术要求较高。除治疗方式的选择外, 病灶状态、病灶大小、患者年龄也是影响疗效的重要因素。未来尚需开展大量随机前瞻性研究, 为临床治疗提供更充分的证据支持, 以指导个体化治疗决策, 从而获得更佳的疗效与预后。

参考文献

- [1] Wang, Y., Ren, X., Yang, D., Fan, F. and Shen, Y. (2022) Risk Factors for Pathological Fractures of Simple Bone Cysts of the Humerus in Children: A Retrospective Cohort Study. *Translational Pediatrics*, **11**, 1261-1266. <https://doi.org/10.21037/tp-22-290>
- [2] Green, N.M., Pagkalos, J., Jeys, L.M., Stevenson, J.D. and Gregory, J.J. (2019) Humeral Simple Bone Cysts: Observational versus Interventional Management. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **39**, e472-e477. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000001344>
- [3] Wilkins, R.M. (2000) Unicameral Bone Cysts. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, **8**, 217-224. <https://doi.org/10.5435/00124635-200007000-00002>
- [4] Deventer, N., Deventer, N., Gosheger, G., de Vaal, M., Vogt, B. and Budny, T. (2021) Current Strategies for the Treatment of Solitary and Aneurysmal Bone Cysts: A Review of the Literature. *Journal of Bone Oncology*, **30**, Article ID: 100384. <https://doi.org/10.1016/j.jbo.2021.100384>
- [5] Hoshi, M., Oebisu, N., Iwai, T., Shimatani, A., Takada, N., Aono, M., et al. (2020) Possible Pathogenesis of Calcaneal Bone Cysts. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **140**, 1303-1310. <https://doi.org/10.1007/s00402-019-03299-0>
- [6] 杨旭西, 盛少洁, 邹月芬, 等. 单纯性骨囊肿临床影像病理与分子特征分析[J]. 中华病理学杂志, 2024, 53(3): 243-249.
- [7] Erol, B., Onay, T., Topkar, O.M., Tokyay, A., Aydemir, A.N. and Okay, E. (2017) A Comparative Study for the Treatment of Simple Bone Cysts of the Humerus: Open Curettage and Bone Grafting Either without Instrumentation or with Intramedullary Nailing. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, **26**, 5-13. <https://doi.org/10.1097/bpb.0000000000000353>
- [8] Zhang, K., Wang, Z. and Zhang, Z. (2019) Comparison of Curettage and Bone Grafting Combined with Elastic Intramedullary Nailing vs Curettage and Bone Grafting in the Treatment of Long Bone Cysts in Children. *Medicine*, **98**, e16152. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000016152>
- [9] Pretell-Mazzini, J., Murphy, R.F., Kushare, I. and Dormans, J.P. (2014) Unicameral Bone Cysts: General Characteristics and Management Controversies. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, **22**, 295-303. <https://doi.org/10.5435/jaaos-22-05-295>
- [10] Biermann, J.S. (2002) Common Benign Lesions of Bone in Children and Adolescents. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **22**, 268-273. <https://doi.org/10.1097/01241398-200203000-00028>
- [11] Boseker, E., Bickel, W. and Dahlin, D. (1968) A Clinicopathologic Study of Simple Unicameral Bone Cysts. *Surgery, Gynecology & Obstetrics*, **127**, 550-560.
- [12] Chigira, M., Maehara, S., Arita, S. and Udagawa, E. (1983) The Aetiology and Treatment of Simple Bone Cysts. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, **65**, 633-637. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.65b5.6643570>
- [13] Komiya, S. and Inoue, A. (2000) Development of a Solitary Bone Cyst—A Report of a Case Suggesting Its Pathogenesis. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **120**, 455-457. <https://doi.org/10.1007/s004029900082>
- [14] Lokiec, F. and Wientroub, S. (1998) Simple Bone Cyst: Etiology, Classification, Pathology, and Treatment Modalities. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, **7**, 262-273. <https://doi.org/10.1097/01202412-199810000-00004>
- [15] Neer, C.S., Francis, K.C., Marcove, R.C., Terz, J. and Carbonara, P.N. (1966) Treatment of Unicameral Bone Cyst. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **48**, 731-745. <https://doi.org/10.2106/00004623-196648040-00006>
- [16] Noordin, S., Allana, S., Umer, M., Jamil, M., Hilal, K. and Uddin, N. (2018) Unicameral Bone Cysts: Current Concepts. *Annals of Medicine and Surgery*, **34**, 43-49. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2018.06.005>

- [17] Mascard, E., Gomez-Brouchet, A. and Lambot, K. (2015) Bone Cysts: Unicameral and Aneurysmal Bone Cyst. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, **101**, S119-S127. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2014.06.031>
- [18] Docquier, P.L. and Delloye, C. (2011) Kyste Osseux Essentiel. *EMC—Appareil locomoteur*, **25**, 1-9. [https://doi.org/10.1016/s0246-0521\(11\)55889-9](https://doi.org/10.1016/s0246-0521(11)55889-9)
- [19] Rajasekaran, R.B., Krishnamoorthy, V. and Gulia, A. (2022) Unicameral Bone Cysts: Review of Etiopathogenesis and Current Concepts in Diagnosis and Management. *Indian Journal of Orthopaedics*, **56**, 741-751. <https://doi.org/10.1007/s43465-022-00607-6>
- [20] Jordanov, M.I. (2009) The “Rising Bubble” Sign: A New Aid in the Diagnosis of Unicameral Bone Cysts. *Skeletal Radiology*, **38**, 597-600. <https://doi.org/10.1007/s00256-009-0685-y>
- [21] Tariq, M.U., Din, N.U., Ahmad, Z., Kayani, N. and Ahmed, R. (2014) Cementum-Like Matrix in Solitary Bone Cysts: A Unique and Characteristic but Yet Underrecognized Feature of Promising Diagnostic Utility. *Annals of Diagnostic Pathology*, **18**, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.anndiagpath.2013.07.001>
- [22] Wootton-Gorges, S.L. (2009) MR Imaging of Primary Bone Tumors and Tumor-Like Conditions in Children. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*, **17**, 469-487. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2009.03.010>
- [23] Sanal, H.T., Chen, L., Haghighi, P., Trudell, D.J. and Resnick, D.L. (2014) Carpal Bone Cysts: MRI, Gross Pathology, and Histology Correlation in Cadavers. *Diagnostic and Interventional Radiology*, **20**, 503-506. <https://doi.org/10.5152/dir.2014.14209>
- [24] Dormans, J.P., Sankar, W.N., Moroz, L. and Erol, B. (2005) Percutaneous Intramedullary Decompression, Curettage, and Grafting with Medical-Grade Calcium Sulfate Pellets for Unicameral Bone Cysts in Children: A New Minimally Invasive Technique. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **25**, 804-811. <https://doi.org/10.1097/01.bpo.0000184647.03981.a5>
- [25] Weinman, J., Servaes, S. and Anupindi, S.A. (2013) Treated Unicameral Bone Cysts. *Clinical Radiology*, **68**, 636-642. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2012.11.020>
- [26] Ahlawat, S. and Fayad, L.M. (2019) Differential Diagnosis of Cystic Bone Lesions with Diffusion-Weighted MRI. *Skeletal Radiology*, **48**, 1187-1197.
- [27] Sullivan, R.J., Meyer, J.S., Dormans, J.P. and Davidson, R.S. (1999) Diagnosing Aneurysmal and Unicameral Bone Cysts with Magnetic Resonance Imaging. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **366**, 186-190. <https://doi.org/10.1097/00003086-199909000-00024>
- [28] Wang, X., Han, J., Li, Y., Liu, Y. and Luo, J. (2021) Comparative Efficacy and Safety Profile for the Treatment of Humeral Bone Cysts in Children: Curettage and Mixed Bone Grafting Either with or without Elastic Intramedullary Nailing. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **16**, Article No. 241. <https://doi.org/10.1186/s13018-020-02130-6>
- [29] Chang, C.H., Stanton, R.P. and Glutting, J. (2002) Unicameral Bone Cysts Treated by Injection of Bone Marrow or Methylprednisolone. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, **84**, 407-412. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.84b3.0840407>
- [30] D’Amato, R.D., Memeo, A., Fusini, F., Panuccio, E. and Peretti, G. (2020) Treatment of Simple Bone Cyst with Bone Marrow Concentrate and Equine-Derived Demineralized Bone Matrix Injection versus Methylprednisolone Acetate Injections: A Retrospective Comparative Study. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, **54**, 49-58. <https://doi.org/10.5152/j.aott.2020.01.371>
- [31] Scaglietti, O., Marchetti, P. and Bartolozzi, P. (1979) The Effects of Methylprednisolone Acetate in the Treatment of Bone Cysts. Results of Three Years Follow-Up. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, **61**, 200-204. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.61b2.438272>
- [32] Pavone, V., Caff, G., Di Silvestri, C., Avondo, S. and Sessa, G. (2013) Steroid Injections in the Treatment of Humeral Unicameral Bone Cysts: Long-Term Follow-Up and Review of the Literature. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, **24**, 497-503. <https://doi.org/10.1007/s00590-013-1211-4>
- [33] Traub, F., Eberhardt, O., Fernandez, F.F. and Wirth, T. (2016) Solitary Bone Cyst: A Comparison of Treatment Options with Special Reference to Their Long-Term Outcome. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **17**, Article No. 162. <https://doi.org/10.1186/s12891-016-1012-0>
- [34] Sung, A.D., Anderson, M.E., Zurakowski, D., Hornicek, F.J. and Gebhardt, M.C. (2008) Unicameral Bone Cyst: A Retrospective Study of Three Surgical Treatments. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, **466**, 2519-2526. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0407-0>
- [35] Bezirgan, U., Karaca, M.O., Merter, A., Ercan, N., Basarir, K., Ergün, H., et al. (2021) Steroid Injection and Biomarker Levels in the Treatment of Unicameral Bone Cysts: Can We Estimate the Result? *Indian Journal of Orthopaedics*, **55**, 886-891. <https://doi.org/10.1007/s43465-020-00330-0>
- [36] Pala, E., Trovarelli, G., Angelini, A., Cerchiaro, M.C. and Ruggieri, P. (2024) Modern Treatment of Unicameral and

- Aneurysmatic Bone Cysts. *EFORT Open Reviews*, **9**, 387-392. <https://doi.org/10.1530/eor-24-0027>
- [37] Zhang, K., Chai, W., Zhao, J., Deng, J., Peng, Z. and Chen, J. (2021) Comparison of Three Treatment Methods for Simple Bone Cyst in Children. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **22**, Article No. 73. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03933-8>
- [38] Lokiec, F., Ezra, E., Khermosh, O. and Wientroub, S. (1996) Simple Bone Cysts Treated by Percutaneous Autologous Marrow Grafting. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, **78**, 934-937. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.78b6.0780934>
- [39] Kadhim, M., Sethi, S. and Thacker, M.M. (2016) Unicameral Bone Cysts in the Humerus: Treatment Outcomes. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **36**, 392-399. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000000462>
- [40] Li, W., Xu, R., Du, M. and Chen, H. (2016) Comparison of Titanium Elastic Intramedullary Nailing versus Injection of Bone Marrow in Treatment of Simple Bone Cysts in Children: A Retrospective Study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **17**, Article No. 343. <https://doi.org/10.1186/s12891-016-1184-7>
- [41] Robinson, P.G., Murray, I.R., West, C.C., Goudie, E.B., Yong, L.Y., White, T.O., *et al.* (2018) Reporting of Mesenchymal Stem Cell Preparation Protocols and Composition: A Systematic Review of the Clinical Orthopaedic Literature. *The American Journal of Sports Medicine*, **47**, 991-1000. <https://doi.org/10.1177/0363546518758667>
- [42] Komiya, S., Minamitani, K., Sasaguri, Y., Hashimoto, S., Morimatsu, M. and Inoue, A. (1993) Simple Bone Cyst: Treatment by Trepanation and Studies on Bone Resorptive Factors in Cyst Fluid with a Theory of Its Pathogenesis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **287**, 204-211. <https://doi.org/10.1097/00003086-199302000-00032>
- [43] Kanellopoulos, A.D., Yiannakopoulos, C.K. and Soucacos, P.N. (2005) Percutaneous Reaming of Simple Bone Cysts in Children Followed by Injection of Demineralized Bone Matrix and Autologous Bone Marrow. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **25**, 671-675. <https://doi.org/10.1097/01.bpo.0000164874.36770.42>
- [44] Oppenheim, W.L. and Galleno, H. (1984) Operative Treatment versus Steroid Injection in the Management of Unicameral Bone Cysts. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **4**, 1-7. <https://doi.org/10.1097/01241398-198401000-00001>
- [45] Santori, F., Ghera, S. and Castelli, V. (1988) Treatment of Solitary Bone Cysts with Intramedullary Nailing. *Orthopedics*, **11**, 873-878. <https://doi.org/10.3928/0147-7447-19880601-06>
- [46] Cha, S.M., Shin, H.D., Kim, K.C. and Park, J.W. (2014) Does Fracture Affect the Healing Time or Frequency of Recurrence in a Simple Bone Cyst of the Proximal Femur? *Clinical Orthopaedics & Related Research*, **472**, 3166-3176. <https://doi.org/10.1007/s11999-014-3768-6>
- [47] Liu, J. and Su, Y. (2024) Factors Which Can Influence Elastic Stable Intramedullary Nailing Removal in Healed Bone Cysts in Children. *Scientific Reports*, **14**, Article No. 11129. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61828-3>
- [48] Hou, H., Wu, K., Wang, C., Chang, S., Lin, W. and Yang, R. (2010) Treatment of Unicameral Bone Cyst: A Comparative Study of Selected Techniques. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*, **92**, 855-862. <https://doi.org/10.2106/jbjs.i.00607>
- [49] Zhang, P., Zhu, N., Du, L., Zheng, J., Hu, S. and Xu, B. (2020) Treatment of Simple Bone Cysts of the Humerus by Intramedullary Nailing and Steroid Injection. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **21**, Article No. 70. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-3054-6>
- [50] Haidar, S.G., Culliford, D.J., Gent, E.D. and Clarke, N.M.P. (2011) Distance from the Growth Plate and Its Relation to the Outcome of Unicameral Bone Cyst Treatment. *Journal of Children's Orthopaedics*, **5**, 151-156. <https://doi.org/10.1007/s11832-010-0323-1>