

• 临床研究 •

双能计算机断层扫描检查在痛风石切除术中的应用价值

叶博闻¹ 孙鹏飞^{1,2} 沈军¹ 王凌椿¹ 张永琪^{1,2} 郝泽翰^{1,2}
谢平金³ 卢启贵³ 肖涟波^{1,4} 戴号^{1△}

[摘要] 目的:探讨痛风石切除术围手术期应用双能计算机断层扫描检查对提升手术疗效及降低并发症的作用。方法:分析 61 例痛风石患者,涉及 81 个手术区域。对行痛风石切除术的患者术前、术后分别应用双能计算机断层扫描检查以评估痛风石的体积和分布,统计术后并发症的情况。结果:患者多为男性(59 例,96.72%),平均年龄为 59.19 岁。其中 19 个手术区域(23.46%)有痛风石破溃合并感染,43 个手术区域(53.09%)有痛风石溃疡。双能计算机断层扫描显示术后痛风石的平均体积显著减小(术前 20.62 cm³ 降至术后 3.57 cm³),平均清除率为 79.08%。14 d 后,59 个创面(72.84%)一期愈合,22 个创面(27.16%)愈合延迟,未达到一期愈合。其中 7 个创面(8.64%)出现痛风石液化渗出,7 个创面(8.64%)出现皮肤缺损,2 个创面(2.47%)进行了二次清创。与一期愈合的患者相比,延迟愈合患者术前痛风石的体积更大(33.67 cm³ 比 15.75 cm³),痛风石切除比例更低(68.96%比 83.21%),且术前痛风石破溃感染的比例更高(45.45%比 13.33%)。患者术后 1 周后和 2 周后血清尿酸水平明显低于术前。结论:痛风石切除术围手术期应用双能计算机断层扫描检查可以提高痛风石切除率,便于在术前精确定位痛风石,术后采取引流措施及时排除液化痛风石和血肿,避免切口延迟愈合。

[关键词] 痛风;痛风石;双能计算机断层扫描;围手术期

[中图分类号] R589.7 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2025)02-0024-05

DOI:10.20085/j.cnki.issn1005-0205.250205

The Applied Value of Dual-Energy Computed Tomography in Tophus Resection Surgery

YE Bowen¹ SUN Pengfei^{1,2} SHEN Jun¹ WANG Lingchun¹ ZHANG Yongqi^{1,2}
HAO Zehan^{1,2} XIE Pingjin³ LU Qigui³ XIAO Lianbo^{1,4} DAI Hao^{1△}

¹ Guanghua Hospital Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200052, China;

² Guanghua Clinical School of Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200052, China;

³ Shenzhen Hospital of Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shenzhen 528002, Guangdong China;

⁴ Institute of Arthritis Research in Integrative Medicine, Shanghai Academy of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200052, China.

Abstract Objective: The aim of this study is to investigate the role of applying dual-energy computed tomography in the perioperative period of tophus resection surgery in enhancing surgical efficacy and reducing complications. **Methods:** A total of 61 patients with gout stones were analysed in this study, involving 81 surgical areas. Dual-energy computed tomography was applied preoperatively and postoperatively to patients who underwent tophus resection surgery in order to assess the

volume and distribution of gout stones and to count the postoperative complications. **Results:** Most of the patients were male (59 patients, 96.72%) with a mean age of 59.19 years old. Among them, 19 surgical areas (23.46%) had gout stone rupture combined with infection in the operated area and 43 surgical areas (53.09%) had gout stone ulcers. Dual-energy computed tomography scans showed a significant reduction in the mean size of gout stones after surgery

基金项目:上海市卫生健康委员会科研项目(20194Y0432)

¹ 上海中医药大学附属光华医院(上海,200052)

² 上海中医药大学光华临床医学院

³ 上海中医药大学深圳医院

⁴ 上海市中医药研究院中西医结合关节炎研究所

△通信作者 E-mail:daihao_guanghua@126.com

(20.62 cm³ preoperatively to 3.57 cm³ postoperatively), with a mean clearance rate of 79.08%. After 14 d, 59 wounds (72.84%) achieved one-stage healing, while 22 incisions (27.16%) showed delayed wound healing and did not achieve one-stage healing. 7 of the wounds (8.64%) showed gouty stone liquefaction exudation, 7 of the wounds (8.64%) had skin defects, and 2 of the wounds (2.47%) underwent secondary debridement. Compared to patients with one-stage healing, patients with delayed healing had a greater volume of preoperative gout stones (33.67 cm³ vs 15.75 cm³), a lower percentage of gout stones excised (68.96% vs 83.21%), and a higher percentage of preoperative gout stone breakouts and infections (45.45% vs 13.33%). Patients had significantly lower serum uric acid levels at 1 and 2 weeks postoperatively than preoperatively. **Conclusion:** The perioperative application of dual-energy compute tomography examination for tophus resection surgery improves the rate of tophus excision, facilitates precise localisation of the gout stone in the preoperative period, and postoperative drainage measures are taken to exclude liquefied gout stones and haematomas in a timely manner to avoid delayed healing of the incision.

Keywords: gout; tophi; dual-energy computed tomography; perioperative period

随着饮食、生活方式的改变及利尿剂的应用,痛风的发病率近年来从 0.9% 上升到 2.5%,我国成年人的患病率也达 1.1%^[1-3]。未治疗的患者在首次痛风发作后的 5,10 和 20 年后,痛风石患病率分别为 30%,50% 和 72%^[4]。痛风石的侵蚀不仅会导致关节破坏,还会引发局部溃疡和感染,严重者甚至导致残疾^[5],手术切除是有效的手段^[6]。然而,痛风石切除术后痛风石的残留会导致切口延迟愈合,而双能计算机断层扫描检查能够精确显示痛风石的位置和体积^[7-8]。本研究术前应用双能计算机断层扫描检查确定痛风石位置和大小,术后双能计算机断层扫描检查评估痛风石切除效果,通过采取引流措施,减少局部痛风石液化和积液,以降低并发症的发生率,现报告如下。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2019 年 9 月至 2022 年 8 月在上海中医药大学附属光华医院手足外科接受痛风石手术的患者。本研究方案已获得上海中医药大学附属光华医院伦理审查委员会的批准。

1.2 诊断标准

痛风的诊断依据美国风湿病协会分类委员会所制定的标准(2015 年 ACR/EULAR)^[9],确保诊断的准确性和科学性。在确诊为痛风的基础上,结合患者双能计算机断层扫描检查显示局部尿酸盐沉积,确定痛风石切除的部位和范围。

1.3 纳入标准

1)已明确诊断为痛风,存在慢性痛风石形成,并计划接受手术治疗的患者;2)即使患者正经历痛风急性发作,或合并痛风肾病;3)痛风石已导致皮肤表面破溃,或痛风石周围皮肤出现溃烂、感染的患者。

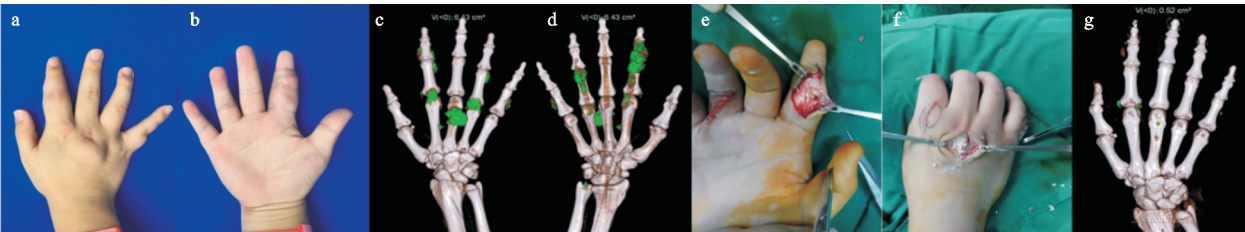
1.4 排除标准

1)因痛风石破溃感染而需进行截肢或截指(趾)手术的患者;2)存在重度营养不良、活动性消化性溃疡或对相关药物有过敏史的患者。

1.5 方法

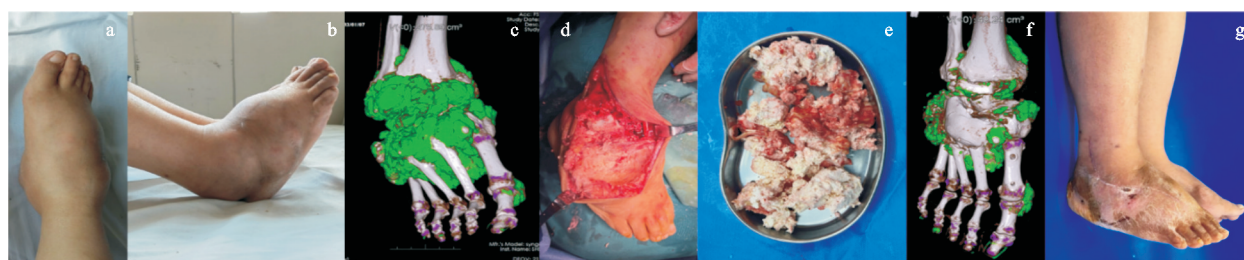
1.5.1 手术和麻醉方法 麻醉方式的选择包括区域阻滞麻醉、脊髓麻醉和全身麻醉,麻醉方式根据患者的具体情况和手术需求来确定。此外,为确保手术过程中的视野清晰,为所有接受上肢和下肢手术的患者使用止血带,以创造一个无血的手术视野。

根据术前双能计算机断层扫描检查结果,决定痛风石的切除范围和合适的手术切口。在痛风石包膜完整的情况下,采用钝性分离来分开痛风石和健康组织。当痛风石浸润邻近的皮肤、软组织或骨骼时,用手术刀切除大部分痛风石,留下的紧密粘在邻近组织的小块痛风石,则在大量生理盐水持续冲洗下,用小刮勺清除(见图 1 和图 2)。对于已经形成纤维包膜的区域,通常可以通过锐性分离完全分离痛风石和周围健康组织。当痛风石已经浸润到邻近的皮肤、软组织或骨骼时,用锋利的手术刀切除大部分痛风石,对于紧紧地附



(a)(b) 术前外观,局部痛风石形成;(c)(d) 术前双能计算机断层扫描检查显示掌指关节、示指指间关节痛风石形成,总体积为6.43 cm³;(e) 术中切除示指指间关节痛风石;(f) 术中切除第三掌指关节痛风石,第二掌指关节痛风石已切除;(g) 术后双能计算机断层扫描检查显示痛风石总体积为0.52 cm³,切除率为91.91%

图 1 患者 1,男,27 岁。双手掌指关节、示指指间关节痛风石,一期行痛风石病灶清除



(a)(b) 术前外观, 右踝、中足大量痛风石形成; (c) 术前双能计算机断层扫描检查显示右踝关节、中足大量痛风石形成, 总体积为 275.89 cm^3 ; (d)(e) 术中切除右踝、中足大量痛风石; (f) 术后双能计算机断层扫描检查显示大部分痛风石已切除, 残留痛风石体积为 48.24 cm^3 , 切除率为 82.51% ; (g) 术后3个月随访, 手术切口一期愈合

图2 患者2, 女, 39岁, 右足巨型痛风石, 一期行痛风石病灶清除+骨水泥间隔器植入术

着在邻近的组织上的小块痛风石用小刮匙仔细地从小组织表面刮除, 在整个过程中用持续流动的生理盐水冲洗手术区域。在手术过程中, 尽量保留足够的皮瓣, 直至痛风石的切除工作基本完成。在去除止血带后, 密切观察皮瓣的血供状况, 切除血供状况不佳或边缘区域的皮肤, 以确保伤口的愈合不会因皮肤覆盖不足而受到影响。若局部皮肤存在大范围破溃缺损, 一期手术无法达到满意的伤口覆盖效果, 则需要通过二期手术植皮来闭合手术创面。

1.5.2 围术期干预方案 围手术期用秋水仙碱 0.5 mg (2次/d或3次/d)预防痛风发作, 同时口服非布司他 20 mg (1次/d)或苯溴马隆 50 mg (1次/d)来降低血清尿酸水平。

1.5.3 DECT围术期评估 患者术前接受双能计算机断层扫描(DECT)检查, 从影像学检查结果中可以精确得到手术部位痛风石的大小以及与周边软组织结构的关系, 有利于手术切除范围的确定和软组织重建的计划。

手术后1周内复查双能计算机断层扫描, 以评估手术部位痛风石的切除情况。若在手术区域深部软组织中发现残留较多痛风石, 存在痛风石液化渗出的风险, 则需要拆除部分缝线, 进行局部血肿和液化痛风石的引流, 防止切除区域积液, 降低伤口延迟愈合或感染的风险。在切口渗出明显减少后进行二期缝合。根据伤口愈合情况, 一般在术后2周拆线, 以避免早期伤口的破裂。特别是下肢手术的患者, 建议术后避免过度行走, 以减少伤口的张力, 确保伤口能够顺利愈合。

1.5.4 疗效评定方法 详细记录痛风患者的基本情况、手术区域、手术结果以及与手术相关的并发症信息。血清肌酐和尿酸盐的相关数据均来源于实验室记录, 双能计算机断层扫描影像学检查结果来源于上海中医药大学附属光华医院放射科。本研究中伤口延迟愈合被定义为手术后2周内伤口未能完全愈合。详细记录导致伤口延迟愈合的所有并发症, 并详细记录伤口愈合所需的时间。

1.6 统计学方法

本试验所有数据采用SPSS 25.0统计软件分析。

计数资料采用 χ^2 检验; 计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 形式表示, 符合正态分布的数据比较采用配对 t 检验, 不符合正态分布的数据比较采用Mann-Whienny U 检验。 $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

本研究共纳入61例患者, 涉及81个手术区域。大多数病例为男性(61例中有59例, 占 96.72%), 年龄为 $25 \sim 86$ 岁, 平均年龄为 59.19 岁, 平均体重指数为 24.88 kg/m^2 。19个手术区域痛风感染(23.46%), 43个手术区域出现溃疡(53.09%)。平均手术时间为 58.29 min , 手术切口长度为 $1 \sim 10\text{ cm}$, 平均切口长度为 4.51 cm 。手术区域分布见表1。

表1 手术区域分布

手术部位	手术区域数量/个
手部	29
足部	40
腕关节	3
踝关节	9
肘关节	1
膝关节	5
坐骨结节	1

术前双能计算机断层扫描检查显示痛风石体积为 $0.01 \sim 105.36\text{ cm}^3$, 平均为 20.62 cm^3 。术后双能计算机断层扫描检查显示痛风石体积为 $0.00 \sim 20.91\text{ cm}^3$, 平均为 3.57 cm^3 。痛风石的总清除率为 $8.06\% \sim 100.00\%$, 平均为 79.08% 。手术切口的愈合时间跨度较大($6 \sim 300\text{ d}$), 平均愈合时间为 23.80 d 。在术后第14天, 59个创面(72.84%)达到一期愈合; 22个创面(27.16%)出现伤口愈合延迟, 未达到一期愈合, 其中7个创面(8.64%)出现痛风石液化渗出, 7个创面(8.64%)出现皮肤缺损, 2个创面(2.47%)进行了二次清创。与一期愈合的患者相比, 延迟愈合的患者术前痛风石的体积更大(33.67 cm^3 比 15.75 cm^3), 痛风石切除比例更低(68.96% 比 83.21%), 且术前体积更大的痛风石破溃感染的比例较高(45.45% 比 13.33%), 见表2。

表 2 患者手术区域及围术期指标($\bar{x}\pm s$)

愈合情况	手术区域 数量/个	体重指数 /($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	术前 DECT / cm^3	术后 DECT / cm^3	术前尿酸 /($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	术后尿酸 /($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	破溃例数/例
一期愈合	59	24.59 \pm 3.94	15.75 \pm 3.48	2.49 \pm 1.54	502.72 \pm 80.51	480.51 \pm 40.72	12(20.34%)
延迟愈合	22	24.68 \pm 4.13 ¹⁾	33.67 \pm 4.12 ²⁾	7.41 \pm 2.13 ¹⁾	515.81 \pm 82.17 ¹⁾	471.16 \pm 42.38 ¹⁾	5(22.73%) ¹⁾

注:与一期愈合比较,1) $P>0.05$,2) $P<0.05$ 。

患者术后第 1 周和第 2 周尿酸的平均水平分别为 477.85 $\mu\text{mol/L}$ 和 405.53 $\mu\text{mol/L}$,显著低于术前的 506.21 $\mu\text{mol/L}$,差异有统计学意义($P<0.05$),所有患者均无急性痛风发作。患者的住院时间为 5~70 d,平均住院时间为 18.74 d;而术后住院时间为 4~64 d,平均为 10.90 d。

3 讨论

1913 年 Lindsay 首次报道痛风石的外科治疗,而最早的手术病例系列报道则出现在 1943 年^[10-11]。尽管痛风大多数情况下无需手术治疗,但对于伴有畸形、剧烈疼痛及关节破坏的痛风患者而言,手术干预是必要的^[12]。当局部形成巨大的痛风石时,可能会引发周围皮肤的局部缺血现象^[13]。一旦痛风石表面的皮肤软组织发生破溃,往往会导致难以治愈的慢性溃疡形成,并极易引起继发感染。痛风石切除术能恢复关节与肌腱的正常功能,减轻神经受压症状,预防皮肤破溃^[14-15],能够阻止痛风石对关节的进一步破坏,还能在急性痛风发作时迅速缓解疼痛,改善局部外观,并降低痛风石的局部复发风险^[16]。

外科手术治疗痛风石可分为保守型切除和广泛型切除两种方式。保守型切除以减少痛风石的体积为目的,但残留的痛风石可能会引发一系列与切口相关的并发症^[17]。切口内的嗜中性粒细胞和巨噬细胞可以被单尿酸盐(MSU)晶体激活,并激活痛风的关键炎症通路,导致局部炎症反应^[18-19]。残余的痛风石在液化后也容易从切口处渗出,阻碍伤口的正常愈合,从而升高了并发症的风险^[20]。因此,保守型切除通常更适用于体积小、非浸润性且位于皮下的痛风石^[21]。相比之下,广泛型痛风石切除术则通过锐性切除的方式,尽可能彻底地清除沉积和浸润在关节和软组织内的痛风石,但广泛切除可能需要对切除部位的骨、关节和软组织进行复杂的重建工作,这也不可避免地会增加手术的风险和并发症的发生率^[22]。不管采取哪一种手术方式,痛风石切除术都与高并发症发生率相关。Kumar发现痛风石切除术后主要并发症是伤口愈合延迟,发生率可高达 53%。大多数出现伤口愈合延迟的患者(67%)在手术前已存在感染或溃疡的情况,有 3 例(7%)患者最终不得不接受手指或足趾的截肢手术^[13]。关于减少痛风石切除术后并发症发生率,笔者认为需要在术中尽可能切除痛风石,并保留足够

的软组织以覆盖手术切口,这都需要在术前术后评估痛风石的大小和位置。

双能计算机断层扫描检查是一种改进的计算机断层扫描,通过运用不同能量(通常为 80 kV 和 140 kV)的 X 线束,以单源或双源方法扫描,尿酸盐晶体和骨骼这两种物质在不同能量水平下 X 线光子能量衰减值是存在差异的,因此能够通过计算机断层扫描产生区分不同物质的图像^[23-24]。影像学检查在痛风的分类中扮演着举足轻重的角色,2015 年 ACR/EULAR 分类标准中^[25],双能计算机断层扫描检查在痛风的诊断中发挥着重要作用,在术前能够敏感、无创、可重复性地检测痛风患者的尿酸沉积,评估痛风石的体积和分布,有助于医生更准确地了解患者的病情,制定更为精准的手术方案。

在痛风患者的降尿酸达标治疗过程中,通过双能计算机断层扫描复查脚踝和足部尿酸盐沉积情况,可以观察到在治疗后的第 1 年和第 2 年,局部痛风石的大小均有所减小^[26-27]。这说明双能计算机断层扫描检查不仅可用于诊断,还可用于监测降低尿酸治疗期间尿酸量的变化,为评估治疗的有效性提供有价值的信息,因此笔者尝试应用双能计算机断层扫描检查技术来精确比较手术前后痛风石体积的变化。

本研究中 22 个手术切口(27.16%)出现了切口愈合延迟(其中无溃疡病例占 15.56%,有溃疡病例占 38.89%),这一数据低于文献报道的 53%的发生率。因此,笔者认为在痛风石切除术后,双能计算机断层扫描检查可以用于评估手术效果,检查是否存在尿酸盐沉积的残留或复发^[28],这有助于医生及时发现并处理可能出现的问题,降低并发症风险。若手术区域仍有较多痛风石因各种原因未能切除,可能需要拆除部分缝线,进行局部血肿和液化痛风石的引流,防止切除区域积液,降低和避免伤口延迟愈合或感染的风险。

另外,本研究还发现更大的痛风石、痛风石残留和局部感染可能是导致切口延迟愈合的危险因素,局部皮肤常因为痛风石的长期压迫或浸润而变得菲薄,在处理切口周围的软组织时容易破坏皮瓣的血供而影响愈合。而痛风石切除后局部缺损更多,也更容易残留痛风石,这些因素往往导致术后切口积液,进而引起切口延迟愈合,而破溃合并感染更增加了并发症发生的风险。在围手术期用非布司他或苯溴马隆进行降尿酸

治疗,并用秋水仙碱来预防痛风的急性发作^[29],术后第1周和第2周患者的血清尿酸平均水平明显低于术前,且所有患者均无急性痛风发作。

本研究的局限性如下:本研究仅为单中心回顾性研究;其次,双能计算机断层扫描检查在诊断痛风石体积上也有不足之处,对于已经液化的痛风石,如果其CT值未达到150HU的阈值,那么双能计算机断层扫描可能无法准确显示;此外,钙化的痛风石由于尿酸盐被钙质遮蔽,可能无法检测到或低估其实际体积。因此,在解读双能计算机断层扫描结果时,需要充分考虑这些潜在的限制因素^[30]。

综上所述,痛风石的外科治疗通常伴随较高的并发症发生率,其中伤口愈合延迟和痛风石液化渗出是最常见的。本研究显示术前双能计算机断层扫描检查能确定痛风石位置及骨侵蚀程度,术后双能计算机断层扫描检查可显示残留的痛风石,通过采取适当的引流措施,可减少局部痛风石液化和积液,以免影响切口愈合,降低并发症的发生率。痛风石破溃感染、痛风石残留和痛风石体积较大可能是手术切口延迟愈合的危险因素。此外,围手术期尿酸降低治疗与预防急性痛风发作,可能减少与痛风手术相关的并发症。积极适时的手术切除痛风石是恢复患者外形及功能,阻止痛风性关节炎进一步加重,降低机体尿酸负荷的有效方法。

参考文献

- [1] WEAVER A L. Epidemiology of gout[J]. Cleve Clin J Med, 2008, 75(5): S9-S12.
- [2] RICHETTE P, DOHERTY M, PASCUAL E, et al. 2016 updated EULAR evidence-based recommendations for the management of gout[J]. Ann Rheum Dis, 2017, 76(1): 29-42.
- [3] DALBETH N, NICOLAOU S, BAUMGARTNER S, et al. Presence of monosodium urate crystal deposition by dual-energy CT in patients with gout treated with allopurinol[J]. Ann Rheum Dis, 2018, 77(3): 364-370.
- [4] BOLZETTA F, VERONESE N, MANZATO E, et al. Chronic gout in the elderly[J]. Aging Clin Exp Res, 2013, 25(2): 129-137.
- [5] 刘静, 陈玥桥, 陈秋志, 等. 痛风患者痛风石形成现状及相关因素分析[J]. 现代预防医学, 2022, 49(17): 3252-3259.
- [6] EMMA S, DAMIAN H, MARITA C, et al. The global burden of gout: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study[J]. Ann Rheum Dis, 2014, 73(8): 1470-1476.
- [7] 王阳阳, 潘元飞. 双源CT双能量成像在痛风性关节炎诊断中的价值[J]. 影像研究与医学应用, 2024, 8(13): 149-151.
- [8] 宋连英, 周静威, 张耀圣, 等. 基于DECT探讨痛风石经络分布规律[J]. 辽宁中医药大学学报, 2023, 25(12): 127-131.
- [9] BERA S, SHARMA S, GUPTA V, et al. Management of ulcerated finger pad tophi[J]. Reumatologia, 2020, 58(3): 173-178.
- [10] LINTON R R, TALBOTT J H. The surgical treatment of tophaceous gout[J]. Annals of Surgery, 1943, 117(2): 161.
- [11] LARMON W A. Surgical management of tophaceous gout[J]. Clin Orthop Relat Res, 1970, 71: 56-69.
- [12] LARMON W A, KURTZ J F. The surgical management of chronic tophaceous gout[J]. J Bone Joint Surg Am, 1958, 40(4): 743-772.
- [13] KUMAR S, GOW P. A survey of indications, results and complications of surgery for tophaceous gout[J]. New Zealand Med J, 2002, 115(1158): U109.
- [14] 陆军帅, 高礼层, 徐小彬, 等. 痛风性膝关节炎的外科治疗进展[J]. 中国实用医药, 2023, 18(16): 171-173.
- [15] 林泽玉, 曲军杰, 孙德麟, 等. 足踝部痛风石清除术的早期临床观察[J]. 中国矫形外科杂志, 2024, 32(11): 1046-1049.
- [16] 梅伟, 谷远洋, 曹子丰, 等. 周福胎教授治疗痛风性关节炎临床经验[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2024, 32(7): 85-87.
- [17] TRIPOLI M, FALCONE A R, MOSSUTO C, et al. Different surgical approaches to treat chronic tophaceous gout in the hand: our experience[J]. Tech Hand Up Extrem Surg, 2010, 14(3): 187-190.
- [18] MARTINON F, PÉTRILLI V, MAYOR A, et al. Gout-associated uric acid crystals activate the NALP3 inflammasome[J]. Nature, 2006, 440(7081): 237-241.
- [19] POPA-NITA O, NACCACHE P H. Crystal-induced neutrophil activation[J]. Immunol Cell Biol, 2010, 88(1): 32-40.
- [20] SŁOWINSKA I, SŁOWINSKI R, RUTKOWSKA-SAK L. Tophi-surgical treatment[J]. Reumatologia, 2016, 54(5): 267-272.
- [21] KASPER I R, JURIGA M D, GIURINI J M, et al. Treatment of tophaceous gout: when medication is not enough[J]. Semin Arthritis Rheum, 2016, 45(6): 669-674.
- [22] MALLINSON P I, COUPAL T M, MCLAUGHLIN P D, et al. Dual-energy CT for the musculoskeletal system[J]. Radiology, 2016, 281(3): 690-707.
- [23] COUPAL T M, MALLINSON P I, GERSHONY S L, et al. Getting the most from your dual-energy scanner: recognizing, reducing, and eliminating artifacts[J]. Am J Roentgenol, 2016, 206(1): 119-128.
- [24] 杨海云, 颜梅, 刘刚, 等. 能谱CT定量分析在痛风石与增生钙化中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(9): 177-178.

- [11] 杨锴,王亚莉,杨建萍,等.骨肉瘤和良性骨肿瘤中 PIM-3 和 p-STAT3 蛋白表达的相关性及临床病理意义[J]. 中国实用医刊,2012,39(14):73-75.
- [12] WANG X,DING R,FU Z,et al. Overexpression of miR-506-3p reversed doxorubicin resistance in drug-resistant osteosarcoma cells[J]. Front Pharmacol,2024,15:1303732.
- [13] PARK G B,KIM D J,KIM Y S,et al. Silencing of galectin-3 represses osteosarcoma cell migration and invasion through inhibition of FAK/Src/Lyn activation and β -catenin expression and increases susceptibility to chemotherapeutic agents[J]. Int J Oncol,2015,46(1):185-194.
- [14] LIN M C,CHEN G Y,YU H H,et al. Repurposing the diuretic benzamil as an anti-osteosarcoma agent that acts by suppressing integrin/FAK/STAT3 signalling and compromising mitochondrial function[J]. Bone Joint Res,2024,13(4):157-168.
- [15] CHU Y,NAYYAR G,JIANG S,et al. Combinatorial immunotherapy of N-803(IL-15 superagonist) and dinutuximab with ex vivo expanded natural killer cells significantly enhances in vitro cytotoxicity against GD2⁺ pediatric solid tumors and in vivo survival of xenografted immunodeficient NSG mice[J]. J Immunother Cancer,2021,9(7):e002267.
- [16] ZAJC A E,CZARNECKA A M,RUTKOWSKI P. The role of macrophages in sarcoma tumor microenvironment and treatment[J]. Cancers,2023,15(21):5294.
- [17] CHIM L K,WILLIAMS I L,BASHOR C J,et al. Tumor-associated macrophages induce inflammation and drug resistance in a mechanically tunable engineered model of osteosarcoma[J]. Biomaterials,2023,296:122076.
- [18] 杨秀英,王芳,郝强,等. 信号传导及转录活化因子 3 和 Jagged1 在骨肉瘤组织的表达及其临床意义[J]. 中华实验外科杂志,2021,38(12):2515-2517.
- [19] YANG S,WANG B,LIU C,et al. THAP9-AS1 promotes tumorigenesis and reduces ROS generation through the JAK2/STAT3 signaling pathway by increasing SOCS3 promoter methylation in osteosarcoma[J]. Oxid Med Cell Longev,2021:5620475.
- [20] XIONG M,WANG L,YU H L,et al. Ginkgetin exerts growth inhibitory and apoptotic effects on osteosarcoma cells through inhibition of STAT3 and activation of caspase-3/9[J]. Oncol Rep,2016,35(2):1034-1040.

(收稿日期:2024-06-08)

(上接第 28 页)

- [25] NEOGI T,JANSEN T L,DALBETH N,et al. 2015 gout classification criteria:an American College of Rheumatology/European League against Rheumatism Collaborative Initiative[J]. Ann Rheum Dis,2015,67(10):2557-2568.
- [26] TILL U,TRON E,KAROLIUSSEN L F,et al. Two-year reduction of dual-energy CT urate depositions during a treat-to-target strategy in gout in the NOR-Gout longitudinal study[J]. Rheumatology (Oxford),2022,61(SI):SI81-SI85.
- [27] 张宪男,顾宇,张樑,等. 中青年四肢痛风石患者手术治疗 50 例[J]. 中国中医骨伤科杂志,2023,31(4):76-79.
- [28] 陈龙凤,肖宇,陶娜. 双源电子计算机断层扫描痛风石检查在痛风诊断中的应用价值[J]. 医疗装备,2022,35(18):41-43.
- [29] WANG H,YAN C,WU Q,et al. Acute gout attacks during the perioperative period and risk factors of recurrence after orthopedic surgery among untreated gout patients[J]. J Orthop Surg Res,2023,18(1):61.
- [30] AHN S J,ZHANG D,LEVINE B D,et al. Limitations of dual-energy CT in the detection of monosodium urate deposition in dense liquid tophi and calcified tophi[J]. Skeletal Radiol,2021,50(8):1667-1675.

(收稿日期:2024-08-02)