

硼替佐米致肿瘤溶解综合征病例的文献分析



赖少婷, 郑丽芬, 陈金平, 黄海英, 游美兰, 叶性景, 罗海, 张蓓蓓

中国人民解放军陆军第七十三集团军医院肿瘤中心 (福建厦门 361003)

【摘要】目的 分析硼替佐米致肿瘤溶解综合征 (TLS) 的发生特点、临床表现及处置措施, 为临床安全使用硼替佐米提供参考。**方法** 收集中国知网、万方数据、维普数据库、中华医学期刊网、中国生物医学文献数据库、PubMed、Web of Science、Scopus、Embase、Clinicalkey、Cochrane Library 数据库中硼替佐米致 TLS 的个案报道文献, 检索时限均为建库至 2026 年 4 月 10 日。统计分析患者基本信息、不良反应发生情况及处置转归等。**结果** 共纳入 9 篇个案报道文献, 涉及 9 例患者, 其中男性 4 例、女性 5 例, 患者年龄范围 34~74 岁。原发病以多发性骨髓瘤为主, 其中 5 例患者存在合并用药; 所有患者均在用药的第 1 个周期内发生 TLS, 且以 10 d 内最多。患者临床表现以无尿或少尿、发热等为主, 主要异常指标包括肌酐、尿酸、乳酸脱氢酶、血磷等。经积极治疗, 6 例患者相关指标恢复正常, 病情好转; 3 例患者死亡 (其中 2 例为 TLS 相关器官衰竭)。**结论** TLS 为硼替佐米罕见但具有潜在致死性的不良反应, 应引起临床足够重视。该不良反应多发生在患者用药早期, 实时监测相关指标及临床表现有利于及早发现。一旦确诊, 应积极对症治疗, 保证患者预后。

【关键词】 硼替佐米; 肿瘤溶解综合征; 个案报道; 文献分析

【中图分类号】 R969.3

【文献标识码】 A

Literature analysis of tumor lysis syndrome induced by bortezomib

LAI Shaoting, ZHENG Lifen, CHEN Jinping, HUANG Haiying, YOU Meilan, YE Xingjing, LUO Hai, ZHANG Beibei

Cancer Center of the 73rd Group Army Hospital of the PLA Army, Xiamen 361003, Fujian Province, China

Corresponding author: ZHANG Beibei, Email: 2652574247@qq.com

【Abstract】Objective To analyze the characteristics, clinical manifestations, and management measures of tumor lysis syndrome (TLS) induced by bortezomib, and to provide reference for the safe use of bortezomib in clinical practice. **Methods** The case reports related to TLS induced by bortezomib were collected from China National Knowledge Infrastructure, WanFang Data, VIP, Chinese Medical Journal Network, SinoMed, PubMed, Web of Science, Scopus, Embase, Clinicalkey and Cochrane Library, with the search period from database inception to April 10, 2026, and basic information of patients, adverse reaction occurrence, and treatment outcomes were statistically analyzed as well. **Results** A total of 9 research articles involving 9 patients were included. The included patients involved 4 males and 5 females, whose age range was 34-74 years old. The primary disease of included patients was multiple myeloma, among which 5 patients had concomitant medication. All patients developed TLS within the first cycle of medication, with the highest occurrence occurring within 10 days. The main clinical manifestations

included anuria or oliguria and fever, and the main abnormal indicators included creatinine, uric acid, lactate dehydrogenase, and serum phosphorus. After active treatment, the relevant indicators of 6 patients returned to normal and their conditions improved, whereas 3 patients died (2 of them died of organ failure related to TLS). **Conclusion** TLS is a rare but potentially lethal adverse reaction induced by bortezomib, which should be given sufficient attention in clinical practice. This adverse reaction often occurs in the early stages of medication, and real-time monitoring of relevant indicators and clinical manifestations is beneficial for early detection. Once diagnosed, active symptomatic treatment should be administered to ensure the patient's prognosis.

【Keywords】 Bortezomib; Tumor lysis syndrome; Case report; Literature analysis

作为第一代蛋白酶体抑制剂，硼替佐米 (bortezomib) 可选择性地与蛋白酶体的苏氨酸活性位点结合进而导致肿瘤细胞周期停滞或凋亡，干扰肿瘤细胞的蛋白代谢^[1]，可明显提升患者的临床缓解率及生存率。2003 年 5 月，硼替佐米获美国食品药品监督管理局批准上市，用于治疗多发性骨髓瘤 (multiple myeloma, MM)；2005 年经国家药品监督管理局批准在中国上市，用于至少接受过 1 种先前治疗的复发/难治性多发性骨髓瘤及淋巴瘤的治疗^[2-3]。虽然硼替佐米对相关适应证的疗效及安全性已被临床广泛证实^[4]，但心脏毒性、周围神经病变、肿瘤溶解综合征 (tumor lysis syndrome, TLS) 等严重不良反应 (adverse drug reaction, ADR)，则一定程度限制了该药的广泛应用。TLS 是由恶性肿瘤细胞短时间内大量崩解释放细胞内物质而引发，具有较高突然死亡率的代谢紊乱综合征，其核心表现为高钾血症、高磷血症、低钙血症以及高尿酸血症等^[5]。研究指出，与其他治疗方案 (如其他细胞毒性药物、来那度胺和沙利度胺等) 相比，硼替佐米更易导致 TLS 的发生^[6]。近年来，有关硼替佐米致 TLS 的个案病例已多见报道，其中不乏死亡等严重病例，但硼替佐米致 TLS 的发生特点及临床处置转归等仍不明确。基于此，本研究拟收集硼替佐米致 TLS 的个例报道，回顾性分析其发生特点、临床表现以及治疗处置等，以期为该不良反应的识别处置及硼替佐米的安全使用提供借鉴。

1 资料与方法

1.1 文献纳排策略

1.1.1 纳入标准

① 硼替佐米致 TLS 的病例报道，包括个例或系列病例报道；② 患者基本情况、用药情况、不良反应发生及处理等重要信息完整；③ 患者 TLS

诊断符合 Cairo-Bishop 标准，即化疗治疗开始后至少出现高尿酸、高血钾、高血磷以及低血钙中的两项代谢异常^[7]。

1.1.2 排除标准

① 与硼替佐米使用无关或存在其他诱发 TLS 因素的病例；② 无法下载的文献；③ 非中英文文献；④ 疗效或不良反应观察研究、二次研究、综述等类型的文献；⑤ 重复发表的文献病例。

1.2 文献检索策略

检索中国知网、万方数据、维普网、中华医学期刊网、中国生物医学文献数据库、PubMed、Web of Science、Scopus、Embase、Clinicalkey 和 Cochrane Library 数据库，收集硼替佐米致 TLS 的个案报道或系列病例，检索截止时间为 2026 年 4 月 10 日。为保证文献查全率，同时手工检索纳入研究及相关综述文献的参考文献。采用主题词结合自由词的检索方式，中文关键词：硼替佐米、保特佐米、万珂、肿瘤溶解综合征、肿瘤溶解综合症；英文关键词：bortezomib、Velcade、tumor lysis syndrome、tumour lysis syndrome、TLS、MG-341、PS-341。以 PubMed 为例，具体检索策略见框 1。

```
#1 "bortezomib" OR "Velcade" OR "MG-341" OR "PS-341"
#2 "tumor lysis syndrome" OR "tumour lysis syndrome" OR
"TLS"
#3 #1 AND #2
```

框 1 文献检索策略

Box 1. Literature retrieval strategies

1.3 文献筛选与资料提取

本研究严格遵循系统评价和 Meta 分析优先报告条目 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, PRISMA) 2020 规定^[8]，文献筛选、数据提取均由 2 位研究者独立

完成,如遇分歧则通过讨论协商达成一致。采用Microsoft Office Excel 2021软件建立表格,将纳入文献中的患者信息、基线指标、疾病类型、既往治疗史、药物使用及TLS诱导时间、临床表现和处置转归等信息录入表格进行分析。

1.4 数据分析

基于《药品不良反应报告和监测管理办法》中的关联性评价标准^[9]评价文献病例中硼替佐米与TLS的关联性,评价结果包括“肯定有关”“很可能有关”“可能有关”“可能无关”“无法评价”。根据澳大利亚乔安娜布里格斯研究所(The

Joanna Briggs Institute, JBI)循证卫生保健中心发布的病例报告质量评价工具评价纳入文献的风险偏倚^[10],该评价工具包括8个条目(表1),每个条目均采用是、否、不清楚及不适用进行判定,回答“是”的条目计1分;得分7~8分为高质量报道,4~6分为中等质量报道。由2位研究者独立进行文献偏倚风险评价,并采用Cohen's Kappa系数检验评价结果的一致性,其中Kappa系数值 ≥ 0.75 表示一致性好^[11]。本研究涉及的计量数据采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数数据则以频数(n)及百分比(%)表示。

表1 JBI评价条目

Table1. JBI critical appraisal checklist

序号	条目内容	序号	条目内容
1	患者的人口学特征是否描述清晰?	5	干预或治疗过程描述是否清晰?
2	患者的病史是否描述清晰,并以时间轴形式呈现?	6	干预后的临床状况描述是否清晰?
3	当前临床状况描述是否清晰?	7	不良事件或非预期事件是否被识别和描述?
4	诊断测试或评估方法及结果描述是否清晰?	8	个案报告是否提供了可借鉴的经验?

2 结果

2.1 文献筛选结果

文献筛选流程见图1,初步检索得到159篇文献,通过阅读文献题目、摘要及内容等剔除主题不符、重复发表的文献或病例。同时手工检索未获得新的文献,最终纳入9篇符合要求的研究文献(均为个例报道),中文文献3篇^[12-14],英文文献6篇^[15-20]。硼替佐米相关TLS的个例报道文献发表时间跨度较大(2004—2025年)。

2.2 文献偏倚风险评价结果

2位研究者对各纳入文献的偏倚风险评价结

果完全一致,Kappa系数值为1,表明一致性好。纳入文献的质量整体较高,其中8篇为高质量文献,均述及了相关病例可给临床带来的经验或启示,具有重要的指导意义;另1篇中等质量文献缺失患者的相关病史及临床启示等方面内容。

2.3 患者信息

患者基本信息见表2,9例患者分别来自中国(4例)、美国(2例)、英国(2例)、印度(1例)。其中男性4例(44.44%),女性5例(55.56%);年龄范围为34~74岁,中位数60岁,平均年龄(58.67 ± 12.11)岁,以 ≥ 60 岁的老年人为主(7例,77.78%)。硼替佐米治疗前,5例(55.56%)患者的尿酸、肌酐、电解质等相关指标存在异常,其余患者的指标情况正常或未述及。

2.4 用药原因及用量

患者的原发疾病包括MM(8例,88.89%)以及滤泡型淋巴瘤(1例,11.11%);其中MM分型以IgG- κ 型(5例,55.56%)为主,见表2。1例既往无治疗史的患者在确诊后直接使用硼替佐米^[12],为初治病例;其余8例患者均经历了多次或多周期放化疗,属难治性或复发性肿瘤患者。除2篇文献仅提及硼替佐米的总用量外,其余病例的硼替佐米用量均为 1.3 mg/m^2 ,与说明书推荐用量一致。

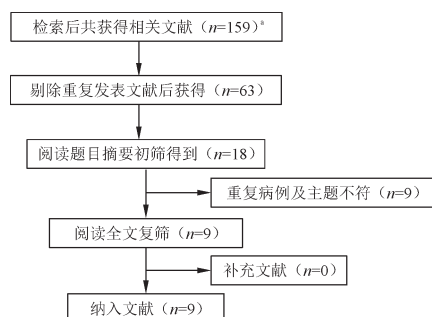


图1 文献筛选流程

Figure 1. Literature screening process

注: *所有数据库检索结果如下: CNKI ($n=16$)、Wanfang ($n=29$)、VIP ($n=5$)、中华医学期刊网 ($n=4$)、中国生物医学文献服务系统 ($n=6$)、PubMed ($n=35$)、Web of Science ($n=14$)、Scopus ($n=16$)、Embase ($n=10$)、Clinicalkey ($n=15$)、Cochrane Library ($n=9$)。

表2 患者基本信息及用药情况

Table 2. Basic information and medication of patients

纳入文献	性别/年龄（岁）	国别	疾病及分型	用量	联合用药
姚叶 ^[12]	女/45	中国	MM，κ轻链型	2.04 mg	地塞米松
马艳飞 ^[13]	女/60	中国	MM，IgG-κ型	1 mg	无
周惠芬 ^[14]	男/60	中国	MM，IgG-κ型	1.3 mg·m ⁻²	无
Dhanraj KM ^[15]	男/65	印度	MM	1.3 mg·m ⁻²	地塞米松
Jaskiewicz AD ^[16]	女/60	美国	MM，IgG-κ型	1.3 mg·m ⁻²	别嘌醇
Lipstein M ^[17]	男/68	美国	淋巴瘤	1.3 mg·m ⁻²	地塞米松
Furtado M ^[18]	女/74	英国	MM，IgG-κ型	1.3 mg·m ⁻²	无
Terpos E ^[19]	男/34	英国	MM，IgG-κ型	1.3 mg·m ⁻²	无
Chim CS ^[20]	女/62	中国	MM，λ轻链型	1.3 mg·m ⁻²	沙利度胺，地塞米松

2.5 联合用药及ADR发生时间

5例（55.56%）患者存在联合用药，其中4例患者合并使用地塞米松或沙利度胺，1例患者

合用别嘌醇预防硼替佐米可能诱发的尿酸增高。ADR诱导时间范围为1~11 d，大多数病例（7例，77.78%）诱导时间在10 d内，见表3。

表3 ADR发生及处置信息

Table 3. Information of ADR occurrence and treatment

纳入文献	时间（d）	症状	异常指标	措施	转归	相关性
姚叶 ^[12]	1	寒战、发热、少尿	肌酐、血磷、尿酸、乳酸脱氢酶	停药，降尿酸、碱化尿液、透析、抗感染	好转	很可能
马艳飞 ^[13]	1	无尿	血钾、血钙、肌酐、乳酸脱氢酶	停药，水化、透析、纠正电解质紊乱	死于心力衰竭	很可能
周惠芬 ^[14]	4	发热、呼吸困难、无尿	肌酐、尿酸、血钙、血钾、血磷、乳酸脱氢酶	停药，透析、抗感染	好转	很可能
Dhanraj KM ^[15]	2	脱水、呼吸困难	肌酐、尿酸、血钙、血钾	停药，纠正电解质紊乱、利尿、碱化尿液	死亡	可能
Jaskiewicz AD ^[16]	11	—	肌酐、尿酸、血磷、乳酸脱氢酶	停药，利尿、碱化尿液、降尿酸	病情控制	很可能
Lipstein M ^[17]	1	—	肌酐、尿酸、血钙、血磷	停药，利尿、降尿酸	死于败血症	很可能
Furtado M ^[18]	11	—	肌酐、尿酸、血磷、乳酸脱氢酶	停药，透析、降尿酸	好转	很可能
Terpos E ^[19]	4	发热	尿酸、血钙、血磷、乳酸脱氢酶	停药，水化、碱化尿液	好转	很可能
Chim CS ^[20]	8	发热	肌酐、尿酸、乳酸脱氢酶	—	好转	很可能

注：—表示文献未提及。

2.6 ADR分级、表现及指标情况

9篇文献均未对患者TLS的严重程度进行分级描述，因此无法明确分级与预后的关系。纳入病例的临床表现及指标情况见表3，其中3例（33.33%）患者未述及临床表现，其余患者的临床表现主要包括脱水、无尿或少尿（4例，44.44%）、发热（4例，44.44%）、呼吸困难（2例，22.22%）。出现异常的生化指标为肌酐（8例，88.89%）、尿酸（8例，88.89%）、乳酸脱氢酶（7例，77.78%）、血磷（6例，66.67%）等TLS相关实验室指标。

2.7 ADR关联性评价、处理与转归

纳入病例关联性结果8例评价为“很可能”有关，1例为“可能”有关。TLS的标准化治疗策

略包括停用硼替佐米，水化扩容，碱化尿液，纠正钾、磷和钙电解质紊乱，降低尿酸等针对性处理措施以及肾脏替代治疗、吸氧等支持治疗。经积极治疗后6例（66.67%）患者相关指标恢复正常，病情好转或得到有效控制，其中2例（22.22%）患者继续使用硼替佐米后未再出现TLS。3例（33.33%）患者死亡，其中2例死于TLS相关器官衰竭，另1例患者死于TLS继发的败血症，见表3。

3 讨论

3.1 临床特点

本研究中，纳入患者的原发病类型与硼替佐米的临床适应证及疾病流行病学一致。硼替佐米

为MM治疗的一线用药，因此本研究的疾病类型及相关分型反映了患者基数、用药人群、肿瘤分型等临床客观分布实际。而复发/难治骨髓瘤患者本身已经历多轮化疗，残存的浆细胞对蛋白酶体抑制剂高度敏感，硼替佐米干预后细胞大量同步凋亡；同时多线治疗患者亦存在多种TLS促发因素叠加，如骨髓广泛残留病灶、隐匿高肿瘤负荷、乳酸脱氢酶持续升高等^[21]。此类患者TLS的发生更多地与治疗相关，因此在使用硼替佐米前应对复发/难治患者执行更严格的风险筛查与强化预防措施，以防止TLS的发生。纳入病例整体以治疗负担较重、器官储备相对较差的老年人为主，这与MM在老年人群的高发病率有一定关系；另一方面，老年患者肾脏生理性滤过及排泄能力下降，肿瘤裂解释放的代谢产物，如尿酸、钾、磷等极易快速蓄积，加之其肾脏代偿储备常不足，轻微代谢紊乱可能进展为TLS^[22]。此外，部分纳入病例在硼替佐米给药前已存在尿酸、肌酐、电解质等指标异常，而高肿瘤负荷、基础肾功能损伤、高尿酸、电解质紊乱等是TLS潜在诱导的高危诱因^[23]。上述相关生化指标对筛选高危患者具有重要预警价值，但约半数纳入病例的基线生化正常或无完整记录；这反映临床对既往风险筛查或存在重视程度不足等问题，而及时评估、准确识别上述特征对避免TLS发生及引导治疗决策至关重要。

硼替佐米用量提示TLS的发生并非由超剂量或过量用药所致，而更可能与个体易感性、治疗诱导的快速肿瘤细胞溶解等有关。硼替佐米说明书指出TLS不属于剂量限制性毒性，故无法通过减量规避全部发病风险，但可通过基线评估、风险分层及针对性预防等降低发生率。皮下及静脉注射是硼替佐米最常用的给药方式，且两种给药形式的疗效相同，但静脉给药的ADR发生率更高^[24]。本研究相关病例均未明确硼替佐米的具体给药方式，因此无法确定两种给药方式致TLS的结果差异。临床实际中硼替佐米较少单药使用，虽然现有证据无法确认联合用药是TLS发生的高危因素，但部分药物的叠加使用或影响TLS的发生风险。如地塞米松或沙利度胺虽为硼替佐米临床治疗的常用联合方案，但大剂量地塞米松可加速浆细胞凋亡，与硼替佐米快速杀伤作用叠加大幅提升短期肿瘤细胞崩解速度，提高TLS发

生风险^[25]。此外，1例患者虽联用别嘌醇预防，但仍出现TLS相关表现，提示单纯预防性使用别嘌醇或因其作用靶点局限、TLS进展迅速等无法完全阻断TLS发生。因此，临床在使用硼替佐米的联合用药方案时应加强监测。

硼替佐米致TLS的发生率约为1.4%，但本研究仅纳入9篇相关病例，说明硼替佐米诱发TLS的相关病例在临床实际中可能被严重低估，相关病例亦存在漏报、少报等发表偏倚。纳入患者均在硼替佐米使用第一个周期内发生了TLS，且以10 d内的患者最多，这与既往研究相吻合^[26]。同时，也进一步提示硼替佐米使用早期应谨防TLS的发生。TLS为肿瘤细胞自发溶解所致的代谢紊乱综合征，患者发生TLS的临床体征或症状与上述代谢异常关系密切，其诊断依据包括高钾血症、高尿酸血症、高磷血症、低钙血症等。纳入患者的临床表现以无尿或少尿、发热、肾功能紊乱等为主，其主要异常指标包括肌酐、尿酸、乳酸脱氢酶、血磷等。包括肌酐、尿酸、乳酸脱氢酶、血磷等在内的实验室指标异常是TLS确诊的客观证据，但这些指标多是动态变化的，因此密切监测患者治疗开始后的上述指标变化及实时临床表现是及时识别TLS并采取正确治疗措施的前提。

3.2 治疗与监护

由于TLS患者的临床生存结局普遍较差，因此对于TLS的处理应基于预防、纠正代谢紊乱以及器官功能支持等目的并坚持早发现早治疗原则，其具体处置措施包括水化、碱化、降尿酸、血液透析和纠正电解质紊乱等。水化及碱化的目的是通过增加血流量或改变pH值以促进尿酸和磷酸盐等排泄，防止沉积。别嘌醇与拉布立酶均可用于TLS高尿酸管控，其中别嘌醇通过抑制黄嘌呤氧化酶阻断尿酸新生成，仅适用于基线尿酸正常、低肿瘤负荷患者的预防性干预；拉布立酶可直接降解体内存量尿酸，是MM、浆细胞白血病等高危人群以及确诊TLS后的首选治疗药物。相关指南推荐硼替佐米联合方案、复发/难治患者优先采用拉布立酶开展预防，并在必要时联用拉布立酶降低TLS确诊患者急性肾损伤风险^[27]。当TLS诱导的急性肾功能衰竭不太容易消退或发生危及生命的电解质紊乱、呼吸困难时，患者可能需要透析或接受氧疗。纳入病例在经过停药、水

化、碱化尿液、抗感染、血液透析、降尿酸等积极治疗后,6例患者病情好转,其中2例患者继续使用硼替佐米未再出现TLS。仍有3例患者治疗结局为死亡,因此,对使用硼替佐米的肿瘤患者实施“预防为先、早期识别、积极干预”的管理策略十分必要。在硼替佐米治疗启动前可积极评估患者发生TLS的风险,识别高危患者并启动标准预防措施,如硼替佐米使用前充分水化、加用降尿酸药物或碱化尿液等。由于硼替佐米第一周期为TLS的高发时段,在治疗最初的3~5 d应密切监测患者的电解质水平、尿量、症状及体征等。一旦确诊应明确TLS的分级状态,并采取停用硼替佐米、强化水化利尿以及使用降尿酸、降血钾等针对性措施,必要时启动肾脏替代,确保预后。

综上所述,TLS是硼替佐米罕见但具有潜在致死性的严重ADR,研究发现,该ADR多发生在患者用药早期,实时监测相关指标及临床表现有利于及早发现TLS。一旦确诊,应根据患者具体症状积极实施包括水化、碱化、利尿、抗感染、降尿酸、氧疗等治疗手段,肾功能损伤严重者可考虑血液透析。本研究存在以下局限性:研究仅纳入9篇文献9个病例,样本量较小,无法定量评估各危险因素,如肿瘤负荷、联合用药等对TLS发生及预后的独立影响;同时文献全部来源于已发表个案报道,可能存在文献检索不全、发表偏倚、病例信息不完整等因素,影响结果准确性。未来临床仍需依托真实世界大样本药物监测数据进一步验证危险因素与防治策略,为临床合理安全使用硼替佐米提供更多有益参考。

参考文献

- 1 Dutta D, Liu J, Wen K, et al. BCMA-targeted bortezomib nanotherapy improves therapeutic efficacy, overcomes resistance, and modulates the immune microenvironment in multiple myeloma[J]. *Blood Cancer J*, 2023, 13(1): 184. DOI: [10.1038/s41408-023-00955-y](#).
- 2 李恒. 硼替佐米的研究进展[J]. 广州化工, 2020, 48(6): 17-19. [Li H. Research progress on bortezomib[J]. *Guangzhou Chemical Industry*, 2020, 48(6): 17-19.] DOI: [10.3969/j.issn.1001-9677.2020.06.010](#).
- 3 伊佳, 徐德铎, 侯幸赞, 等. 硼替佐米治疗多发性骨髓瘤的临床综合评价[J]. 上海医药, 2024, 45(1): 33-38. [Yi J, Xu DZ, Hou XY, et al. Clinical comprehensive evaluation of bortezomib in the treatment of multiple myeloma[J]. *Shanghai Medical and Pharmaceutical Journal*, 2024, 45(1): 33-38.] DOI: [10.3969/j.issn.1006-1533.2024.01.009](#).
- 4 Nijisha N, Kuriachan S, Kumar M, et al. Effectiveness and safety of bortezomib-dexamethasone regimen in patients with multiple myeloma: a prospective observational study[J]. *Asian J Med Sci*, 2024, 15(8): 67-72. DOI: [10.3126/AJMS.V15I8.66258](#).
- 5 Wilson PF, Berns SJ. Tumor lysis syndrome: new challenges and recent advances[J]. *Adv Chronic Kidney Dis*, 2014, 21(1): 18-26. DOI: [10.1053/j.ackd.2013.07.001](#).
- 6 Wang W, Dong Z, Miao Q, et al. Anticancer drugs associated with tumor lysis syndrome: insights from the US Food and Drug Administration Adverse Event Reporting System[J]. *Clin Ther*, 2025, 47(10): 844-850. DOI: [10.1016/j.clinthera.2025.08.001](#).
- 7 Terzi Demirsoy E, Birtas Atesoglu E, Eren N, et al. Carfilzomib-induced tumor lysis syndrome in relapsed multiple myeloma: a report of two cases[J]. *Tumori*, 2019, 105(6): NP24-NP27. DOI: [10.1177/0300891618793817](#).
- 8 Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews[J]. *Syst Rev*, 2021, 10(1): 89. DOI: [10.1186/s13643-021-01626-4](#).
- 9 国家药品监督管理局. 药品不良反应报告和监测管理办法[S/OL]. (2011-05-04) [2026-05-16]. https://www.nmpa.gov.cn/yaopin/ypfgwj/ypfgbmg-zh/20110504162501325_7.html.
- 10 Merz A, Ran H, Chiu CY, et al. Iatrogenic pneumopericardium after pericardiocentesis: a systematic review and case report[J]. *J Cardiovasc Dev Dis*, 2025, 12(7): 246. DOI: [10.3390/jcdd12070246](#).
- 11 Fang L, Pan Y, Zheng H, et al. A study on predicting the efficacy of posterior lumbar interbody fusion surgery using a deep learning radiomics model[J]. *Acad Radiol*, 2025, 32(9): 5339-5352. DOI: [10.1016/j.acra.2025.05.026](#).
- 12 姚叶, 李悦, 陈丽娟. 硼替佐米治疗多发性骨髓瘤致严重肿瘤溶解综合征1例[J]. 中国肿瘤临床, 2025, 52(4): 213-214. [Yao Y, Li Y, Chen LJ. Bortezomib-induced severe tumor lysis syndrome in a patient with multiple myeloma: a case report[J]. *Chinese Journal of Clinical Oncology*, 2025, 52(4): 213-214.] DOI: [10.12354/j.issn.1000-8179.2025.20241591](#).
- 13 马艳飞, 戴振宇, 王迪, 等. 硼替佐米治疗复发多发性骨髓瘤致肿瘤溶解综合征1例[J]. 内科急危重症杂志, 2020, 26(3): 252-253. [Ma YF, Dai ZY, Wang D, et al. Bortezomib-induced tumor lysis syndrome in a patient with relapsed multiple myeloma: a case report[J]. *Journal of Internal Intensive Medicine*, 2020, 26(3): 252-253.] DOI: [10.11768/nkjjwzzz20200320](#).
- 14 周惠芬, 仇惠英, 苗瞄, 等. 硼替佐米治疗多发性骨髓瘤致肿瘤溶解综合征一例[J]. 中华血液学杂志, 2007, 28(10): 654. [Zhou HF, Qiu HY, Miao M, et al. Bortezomib-induced tumor lysis syndrome in a patient with multiple myeloma: a case report[J]. *Chinese Journal of Hematology*, 2007, 28(10): 654.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.0253-2727.2007.10.003](#).
- 15 Dhanraj KM, Biswajit D. Tumor lysis syndrome in multiple myeloma treated with bortezomib[J]. *J Pharmacol Pharmacother*, 2014, 5(2): 161-162. DOI: [10.4103/0976-500X.130091](#).
- 16 Jaskiewicz AD, Herrington JD, Wong L. Tumor lysis syndrome after bortezomib therapy for plasma cell leukemia[J]. *Pharmacotherapy*,

- 2005, 25(12): 1820–1825. DOI: [10.1592/phco.2005.25.12.1820](https://doi.org/10.1592/phco.2005.25.12.1820).
- 17 Lipstein M, O'Connor O, Montanari F, et al. Bortezomib-induced tumor lysis syndrome in a patient with HIV-negative plasmablastic lymphoma[J]. Clin Lymphoma Myeloma Leuk, 2010, 10(5): E43–E46. DOI: [10.3816/CLML.2010.n.074](https://doi.org/10.3816/CLML.2010.n.074).
- 18 Furtado M, Rule S. Bortezomib-associated tumor lysis syndrome in multiple myeloma[J]. Leuk Lymphoma, 2008, 49(12): 2380–2382. DOI: [10.1080/10428190802484099](https://doi.org/10.1080/10428190802484099).
- 19 Terpos E, Politou M, Rahemtulla A. Tumour lysis syndrome in multiple myeloma after bortezomib (VELCADE) administration[J]. J Cancer Res Clin Oncol, 2004, 130(10): 623–625. DOI: [10.1007/s00432-004-0593-4](https://doi.org/10.1007/s00432-004-0593-4).
- 20 Chim CS. Rapid complete remission in multiple myeloma with bortezomib/thalidomide/dexamethasone combination therapy following development of tumor lysis syndrome[J]. Cancer Chemother Pharmacol, 2008, 62(1): 181–182. DOI: [10.1007/s00280-007-0574-9](https://doi.org/10.1007/s00280-007-0574-9).
- 21 San Miguel J, Bladé J, Boccadoro M, et al. A practical update on the use of bortezomib in the management of multiple myeloma[J]. Oncologist, 2006, 11(1): 51–61. DOI: [10.1634/theoncologist.11-1-51](https://doi.org/10.1634/theoncologist.11-1-51).
- 22 Geraldes C, Roque A, Sarmiento-Ribeiro AB, et al. Practical management of disease-related manifestations and drug toxicities in patients with multiple myeloma[J]. Front Oncol, 2024, 14: 1282300. DOI: [10.3389/fonc.2024.1282300](https://doi.org/10.3389/fonc.2024.1282300).
- 23 Alqurashi RM, Tamim HH, Alsubhi ZD, et al. Tumor lysis syndrome in patients with solid tumors: a systematic review of reported cases[J]. Cureus, 2022, 14(10): e30652. DOI: [10.7759/cureus.30652](https://doi.org/10.7759/cureus.30652).
- 24 Niesvizky R, Richardson PG, Sonneveld P, et al. Relationship between quality of response to bortezomib (btz) and clinical benefit in multiple myeloma (MM) in the APEX and SUMMIT studies[J]. Blood, 2006, 108(11): 3529. DOI: [10.1182/blood.v108.11.3529.3529](https://doi.org/10.1182/blood.v108.11.3529.3529).
- 25 Sogbein O, Paul P, Umar M, et al. Bortezomib in cancer therapy: Mechanisms, side effects, and future proteasome inhibitors[J]. Life Sci, 2024, 358: 123125. DOI: [10.1016/j.lfs.2024.123125](https://doi.org/10.1016/j.lfs.2024.123125).
- 26 Jaskiewicz AD, Herrington JD. Tumor lysis syndrome early after treatment with bortezomib for multiple myeloma[J]. Pharmacotherapy, 2006, 26(8): 1206. DOI: [10.1592/phco.26.8.1205](https://doi.org/10.1592/phco.26.8.1205).
- 27 Zelenetz AD, Gordon LI, Abramson JS, et al. NCCN Guidelines® insights: B-cell lymphomas 3.2025[J]. J Natl Compr Canc Netw, 2025, 23(10): e250048. DOI: [10.6004/jnccn.2025.0048](https://doi.org/10.6004/jnccn.2025.0048).

收稿日期: 2026 年 05 月 12 日 修回日期: 2026 年 08 月 09 日
本文编辑: 周璐敏 洗静怡