

经尿道膀胱肿瘤电切术中气体爆炸致膀胱破裂1例并文献复习

潘正盛¹ 张正望^{2△}

(¹淄博市中心医院泌尿外科 淄博 255000; ²复旦大学附属华东医院泌尿外科 上海 200040)

【摘要】 气体爆炸是经尿道膀胱肿瘤电切术(transurethral resection of bladder tumor, TURBt)中比较罕见的并发症,严重时会导致膀胱破裂,需要接受进一步手术治疗,对患者生命安全具有潜在威胁。本文报告1例TURBt术中膀胱气体爆炸致膀胱破裂的病例,并结合文献复习分析其诱发因素,探讨预防及治疗措施。

【关键词】 经尿道膀胱肿瘤电切术(TURBt); 膀胱气体爆炸; 膀胱破裂

【中图分类号】 R619 **【文献标志码】** B **doi:**10.3969/j.issn.1672-8467.2023.03.022

Intravesical explosion during transurethral resection of bladder tumor: a case report and review of the literature

PAN Zheng-sheng¹, ZHANG Zheng-wang^{2△}

(¹Department of Urology, Zibo Central Hospital, Zibo 255000, Shandong Province, China;

²Department of Urology, Huadong Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China)

【Abstract】 Intravesical explosion is a rare complication during transurethral resection of bladder tumor (TURBt). It may result in rupture of bladder and life threatening to the patients, which usually requires emergency surgical intervention. We herein reports a case of intravesical explosion during the procedure of TURBt. By literature reviewing, we analyze the associated risk factors and discuss measures of prevention and key points of management.

【Key words】 transurethral resection of bladder tumor (TURBt); intravesical explosion; vesical rupture

经尿道膀胱肿瘤电切术(transurethral resection of bladder tumor, TURBt)是治疗非肌层浸润性膀胱癌的标准术式,被认为是一种微创、安全的手术方式,膀胱气体爆炸是TURBt术中罕见的并发症,严重时会造成膀胱破裂,在经尿道膀胱肿瘤电切安全共识中受到关注^[1]。回顾淄博市中心医院自2007年开展TURBt以来,有1例患者在术中出现膀胱爆炸并破裂,现结合文献对该病例临床资料进行回顾性分析,分析其诱发因素,总结经验,以期避免此类并发症出现。

病例资料 患者,男,44岁,于2016年10月因“无痛性肉眼血尿1周”为主诉入院,全程血尿伴血块,既往高血压病史。B超显示:膀胱内探及多个偏强回声,较小者位于左侧壁(约7 mm×5 mm),大者位于右后壁(约61 mm×47 mm),形态不规则,回声不均质,CDFI:内探及明显血流信号。膀胱镜检查示:膀胱内左侧壁、顶壁及后壁多发菜花状肿瘤,大者位于膀胱后壁,肿瘤较大,无法观察全貌,局部有坏死出血,输尿管开口未见明显异常。病理示高级别尿路上皮癌,建议行全膀胱切除+尿流改道术,因

[△]Corresponding author E-mail:914568928@qq.com

网络首发时间:2023-05-12 13:24:28 网络首发地址:<https://kns.cnki.net/kcms2/detail/31.1885.R.20230511.1826.010.html>

患者无法接受根治性膀胱切除,决定行全麻下 TURBt。术中使用日本奥林巴斯 F24 等离子电切镜,冲洗液为 0.9% 的温生理盐水,功率 280 W/120 W,术中发现肿瘤基底宽、范围广,依次将肿瘤逐步电切,肿瘤过大且血供丰富,出血较多,加之膀胱内已切除肿瘤组织较多,导致视野欠佳,故用 Ellik 冲洗器反复冲洗切除组织,手术进行约 120 min 仍未完成,因顶壁肿瘤电切环不易触及,助手下压腹部辅助,在此过程中患者下腹出现“嘭”的爆炸声,电切镜视野模糊,膀胱无法充盈,考虑膀胱破裂。立即决定行剖腹探查术,探查发现膀胱不规则破裂成数块,创缘不整齐,呈撕裂状,有活动性出血,破口与腹腔相通,腹腔内吸出约 300 mL 淡红色液体,探查腹腔内肠管等脏器未发现明显损伤,膀胱内见大量血块,先仔细查找出血点并严格止血,再将残余肿瘤全部切除,检查膀胱内无其他病变,双侧输尿管开口喷尿正常。修剪膀胱创缘确认无出血后 2-0 可吸收线连续缝合肌层及浆膜层,注水实验未见缝合口渗漏,留置盆腔及腹腔引流管,依次关闭切口。术后 1 周拔出引流管,术后 2 周拔出尿管,自主排尿正常。术后 3 个月复查全腹 CT 及膀胱镜未见膀胱及腹腔异常。

讨论 TURBt 中出现膀胱气体爆炸十分罕见,一旦发生可导致严重后果,目前国内外均为个案报道。分析本病例可能的原因:(1)肿瘤大,本应行全膀胱切除术,选择 TURBt 欠妥;(2)手术时间过长,产生大量易燃气体,疏于观察,不能及时排出;(3)术中反复冲洗,混入大量空气;(4)电切及电凝功率 280 W/120 W,功率过高,局部温度偏高,最终发生膀胱爆炸。我们结合本案例对国内外相关文献进行复习,总结如下。

术中发生膀胱气体爆炸的理化条件 气体爆炸是可燃性气体在满足特定条件下的剧烈的化学反应,爆炸时气体剧烈膨胀,体积迅速增加,当膀胱内气体与液体总体积超出膀胱最大容量时即发生膀胱破裂。引起气体爆炸需要一定的理化条件,其中燃烧剂(如氢气等)、氧化剂(如空气、氧气等)、引爆源(如电弧、火花等)必不可少,还需要适当的燃烧剂和氧化剂比例。经尿道手术中电切持续高热使组织细胞膨胀、破裂、气化^[2]。Ning 等^[3]通过体外实验对组织电灼产生的气体分析发现,其中氢气占 40%~50%,氧气比例不超过 3%,Davis 等^[4]的研究

也得出了相似的结论。但此混合气体浓度不在爆炸极限范围内,一般认为仅电切或电凝不会引起爆炸。曾有专业人员做过计算:假设电切过程中产生的可燃气体中氢气的体积比为 40%,要使该氢气爆炸,需要 11.4%~90.6% 体积比的空气。所以手术过程中,如果在膀胱持续冲洗中通过冲洗管不慎混入空气,或器械操作中镜鞘密封性不良导致混入空气,以及反复 Ellik 冲洗混入空气,达到氢气爆炸所需要的氧气浓度,而氢气的最小点燃能极低,仅为 0.019 MJ^[5],电切环电切或电凝产生的电火花足以点燃这些混合气体并引爆。每次爆炸所释放的能量不一样,当爆炸产生的压力超过膀胱壁承受范围时即发生膀胱破裂。有研究表明膀胱内多发小梁小室、膀胱憩室是膀胱爆炸破裂的危险因素^[6]。目前多数学者认为冲洗液对膀胱爆炸没有影响,然而,无论是甘露醇、葡萄糖或生理盐水均有引起膀胱爆炸的病例^[7]。Hirai 等^[8]报道了 1 例因笑气(N₂O)吸入诱导麻醉而导致膀胱爆炸,文中指出 N₂O 在密闭空间(膀胱)中具有可燃性和易膨胀性。

术中发生膀胱气体爆炸的高危因素

肿瘤的体积、位置 目前文献报道的发生膀胱爆炸的肿瘤体积都较大,并且呈多发状态,通常单个肿瘤直径大于 3 cm,整体肿瘤负荷较高。膀胱肿瘤可发生在膀胱的任何位置,但以前壁、顶壁多见,对于高负荷的肿瘤,切割及止血时间相对较长,切除组织多,并且需要反复冲洗,使得膀胱内气体连续聚集,在处理此位置肿瘤过程中易于接触聚集于膀胱顶部的气体,增加了膀胱爆炸的发生率。

术式 用“*Intravesical explosion*”为关键词检索 Pubmed 数据库中的英文文献,用“膀胱爆炸”为关键词检索万方数据库中的中文文献,2002 年 1 月—2022 年 1 月共有 54 篇关于膀胱爆炸的文献,其中发生在 TURBt 术中仅 3 篇,其余均在经尿道前列腺电切术(transurethral resection of the prostate, TURP)术中出现, TURBt 术中膀胱爆炸的发生率小于 TURP,我们分析原因如下:膀胱肿瘤可发生于膀胱内的任何位置,在切除膀胱三角区、侧壁、后壁的肿瘤时远离膀胱前壁的气体聚集区,不易引爆,在切除膀胱前壁、顶壁处的肿瘤时会受到气泡的干扰,影响手术操作,术者往往会主动排空气体或改变体位来避开气泡的影响,而在前列腺手术中因前列腺的位置相对固定,在切除 12 点处腺体时易接触聚集

于膀胱前壁的气体引起爆炸。TURBt术中膀胱爆炸形成的条件更为严格,故发生率较低。

手术操作 在复杂的经尿道电切手术之前未行膀胱造瘘术,易造成气体在膀胱内部聚集,增加了膀胱爆炸的概率,但是对膀胱肿瘤电切术行膀胱造瘘可增加肿瘤播散的风险。有些术者疏于观察膀胱内气体聚集情况,气体不能及时排出,电切或电凝操作时出现电火花与膀胱内气体接触,引起膀胱爆炸。经验不足的术者认为某些事故是小概率事件,未能严格控制术中细节,往往会导致严重后果。

术中发生膀胱气体爆炸的临床处理 通过文献回顾发现,通常情况下在手术中后期听到沉闷的爆炸声,爆炸后膀胱可无明显损伤,不需要特殊处理,轻度损伤表现为膀胱黏膜充血、轻微撕裂、出血等,可给予电切镜下止血等处理,重度损伤以膀胱破裂为主,腹膜内型损伤较腹膜外型损伤更常见^[9-10],目前尚未见腹腔脏器及重要血管损伤的报道,但是seitz等^[11]报道了因为膀胱创缘血供不佳而不得不切除更大范围的病例,也有因为膀胱损伤严重而必须接受二次手术的病例^[12],如果对于水及电解质紊乱处理不当可导致死亡^[13]。所以说,一旦发生膀胱破裂,需要及时开放腹腔或者腹腔镜膀胱修补,同时观察有无肠道及周围脏器的损伤,Georgios等^[14]认为腹腔镜修补术能减少手术创伤,同时更容易吸尽腹腔内的液体,利于更全面地观察腹腔脏器的情况,但对于膀胱裂口较大且不规则、数量较多者,开放手术更有优势。

膀胱气体爆炸的预防 关于经尿道手术膀胱气体爆炸的预防措施,需要注意以下几点:(1)在电切及电凝过程中使用低或中等功率,降低引爆源能量,降低局部温度。(2)保持镜鞘连接处的密闭性,特别注意冲洗液中有无气体混入,减少冲洗次数,每次冲洗时Ellik需装满生理盐水。(3)虽然可燃性气体的产生无法避免,但可以通过适时排空膀胱内气体来避免膀胱爆炸的发生,有研究者提出排尽膀胱内气体的方法:电切镜斜置,向膀胱顶部倾斜,对准气泡,关闭出水通道,拔下进水管,打开进水控制阀门,将气泡排出^[15]。(4)缩短电切手术时间,减少气体的产生,在术中可行“点状”电凝,避免盲目地毯式电凝。(5)根据术中情况调整手术体位,改变气泡位置,避免电切环火花与气泡接触。(6)把握好手

术适应证,充分预估手术难度及风险。

在这例膀胱爆炸发生以后,我们进行了系统性的分析和总结,在手术操作上对诸多环节进行改进,同时提高术者对于此类事件的认识,此后我们团队未再出现膀胱气体爆炸。

作者贡献声明 潘正盛 病例收集,论文撰写。张正望 论文指导和修改。

利益冲突声明 所有作者均声明不存在利益冲突。

参 考 文 献

- [1] 王行环,齐琳,贺大林,等.经尿道膀胱肿瘤等离子电切安全共识[J].现代泌尿外科杂志,2018,23(12):895-900.
- [2] 刘斯,刘荫华.高频电刀及临床安全使用[J].中国实用外科杂志,2005,25(6):383-384.
- [3] NING TC JR, ATKINS DM, MURPHY RC. Bladder explosions during transurethral surgery [J]. *J Urol*, 1975, 114(4):536-539.
- [4] DAVIS TR. The composition and origin of the gas produced during urological endoscopic resections [J]. *Br J Urol*, 1983, 55(3):294-297.
- [5] 和丽秋.气体燃烧//和丽秋.消防燃烧学[M].北京:机械工业出版社,2014,129-143.
- [6] VINCENT DP. Bladder explosion during transurethral resection of prostate: bladder diverticula as an additional risk factor [J]. *Urol Ann*, 2017, 9(1):68-70.
- [7] 程康,刘春,张泓,等.经尿道前列腺电切术中气体爆炸致膀胱爆炸一例报告[J].中华腔镜泌尿外科杂志(电子版), 2018, 12(5):359-360.
- [8] HIRAI E, TOKUMINE J, LEFOR AK, et al. Bladder explosion during transurethral resection of the prostate with nitrous oxide inhalation [J]. *Case Rep Anesthesiol*, 2015, 2015:464562.
- [9] DI TONNO F, FUSARO V, BERTOLDIN R, et al. Bladder explosion during transurethral resection of the prostate [J]. *Urol Int*, 2003, 71(1):108-109.
- [10] DUBLIN N, RAZACK AH, LOH CS. Intravesical explosion during transurethral resection of the prostate [J]. *ANZ J Surg*, 2001, 71(6):384-385.
- [11] SEITZ M, SOLJANIK I, STANISLAUS P, et al. Explosive gas formation during transurethral resection of the prostate (TURP) [J]. *Eur J Med Res*, 2008, 13(8):399-400.
- [12] RIBEIRO DA SILVA MN, LOPES NETO AC, ZAMBON JP, et al. Vesical explosion during transurethral

- resection of the prostate: report of a case [J]. *Arch Esp Urol*, 2006, 59(6): 651-652.
- [13] VACCHIANO G, ROCCA A, COMPAGNA R, *et al*. Transurethral resection of the prostate, bladder explosion and hyponatremic encephalopathy: a rare case report of malpractice [J]. *Open Med (Wars)*, 2017, 12(1): 50-57.
- [14] GEORGIOS K, EVANGELOS B, HELAI HA. Intravesical explosion during transurethral electrosurgery [J]. *Scott Med J*, 2015, 60(2): E25-E26.
- [15] HIDEKI T, SHINGO M, KOJI C, *et al*. A simple technique for evacuating air bubbles with scum from the bladder dome during transurethral resection of bladder tumor [J]. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*, 2014, 9(4): 619-622.
- (收稿日期: 2022-06-11; 编辑: 王蔚)
-
- (上接第 470 页)
- [3] 中华医学会检验医学分会, 国家卫生和计划生育委员会临床检验中心. 便携式血糖仪临床操作和质量管理规范中国专家共识 [J]. *中华医学杂志*, 2016, 96(36): 2864-2867.
- [4] KITTAH NE, VELLA A. Management of endocrine disease: pathogenesis and management of hypoglycemia [J]. *Eur J Endocrinol*, 2017, 177(1): R37-R47.
- [5] 胡瑞晴, 王清. 胰岛素瘤诊疗进展 [J]. *中国实验诊断学*, 2019, 23(2): 362-366.
- [6] DOUILLARD C, JANNIN A, VANTYGHM MC. Rare causes of hypoglycemia in adults [J]. *Ann Endocrinol (Paris)*, 2020, 81(2-3): 110-117.
- [7] 李志民. 反应性低血糖临床特征分析 [J]. *疾病监测与控制*, 2019, 13(4): 293-294, 297.
- [8] 林梅珍, 邓凤平, 欧倩. 糖尿病患者低血糖预警评分模型的研究进展 [J]. *糖尿病新世界*, 2021, 24(23): 195-198.
- [9] 叶小珍, 王坚. Graves病患者并发低血糖的研究进展 [J]. *江苏医药*, 2012, 38(9): 1088-1090.
- [10] 宋潜哲, 袁佳佳, 周圆. 骨髓增殖性肿瘤异质性与克隆演化 [J]. *中国细胞生物学学报*, 2022, 44(1): 93-100.
- [11] VAINCHENKER W, KRALOVICS R. Genetic basis and molecular pathophysiology of classical myeloproliferative neoplasms [J]. *Blood*, 2017, 129(6): 667-679.
- [12] NANN D, FEND F. Synoptic diagnostics of myeloproliferative neoplasms: morphology and molecular genetics [J]. *Cancers*, 2021, 13(14): 3528.
- [13] GUGLIELMELLI P, CALABRESI L. The MPL mutation [J]. *Int Rev Cell Mol Biol*, 2021, 365: 163-178.
- [14] ZHANG X, RONG C, LI H, *et al*. Glucose stability study: NaF/citrate plasma versus serum [J]. *Clin Lab*, 2016, 62(3): 389-393.
- [15] 中华医学会检验分会, 卫生部临床检验中心, 中华检验医学杂志编辑委员会. 糖尿病诊断治疗中实验室检测项目的应用建议 [J]. *中华检验医学杂志*, 2010, 33(1): 8-15.
- [16] 夏和平, 宋丽敏, 王燕. 几种常见血糖测定方法效果评价 [J]. *实用医技杂志*, 2007, 14(7): 2558.
- (收稿日期: 2022-05-20; 编辑: 段佳)