DOI:10.16016/j.1000-5404.202103159

流弹爆炸致肺破片伤急诊胸腔镜手术救治体会并文献复习

徐同毅,王 云,范韶玮,李 浩,黎 涛 266071 山东青岛,解放军海军第九七一医院心血管胸外科

[摘要] **目的** 探讨胸腔镜微创手术在爆炸致肺破片伤紧急救治中的应用。**方法** 2020年12月收治1例流弹爆炸致左下肺破片伤患者,经过肺三维重建和心脏超声检查及完善术前评估后,急诊行胸腔镜下右肺下叶楔形切除术+右侧血胸清除术+右侧胸壁伤口扩创术。**结果** 患者手术顺利,抢救成功,2周后恢复出院,随访2个月无明显并发症,肺内伤道血肿和炎症明显吸收。**结论** 胸腔镜微创手术能够应用于爆炸致肺破片伤紧急救治,为胸部战伤微创紧急救治提供支持。

[关键词] 爆炸肺破片伤;胸腔镜;急诊手术
[中图法分类号] R443.8; R655.3; R826.2 [文献标志码] A

Experience and literature review in emergency video-assisted thoracoscopic surgery for projectile injuries in the lung caused by stray bullet explosion

XU Tongyi, WANG Yun, FAN Shaowei, LI Hao, LI Tao Department of Cardiovascular and Thoracic Surgery, No. 971 Hospital of PLA Navy, Qingdao, Shandong Province, 266071, China

[**Abstract**] Objective To investigate the application of video-assisted thoracoscopic (VATS) surgery in emergency treatment of projectile injuries in the lung caused by explosion. Methods A case of projectile injury shot in the left lower lung by a stray bullet was admitted in our department in December 2020. After three-dimensional reconstruction of lung CT images, echocardioghaphy and other preoperative evaluations, emergency VATS wedge resection of the right inferior lobe, right hemothorax removal and right chest wall wound enlargement surgery were performed. Results The patient was successfully rescued and discharged from our hospital after surgery, and no significant complication was observed at 2 months after follow-up. The hematoma and inflammation along the projectile in the lung were obviously absorbed. Conclusion The VATS surgery can be used in the emergency treatment of projectile injuries in the lung caused by explosion, and provides support for the minimally invasive emergency treatment of war wounds of the chest.

[**Key words**] blast lung injury; thoracoscopy; emergency surgery

Supported by the Major Project of Military Logistic Scientific Research (AWS14C003) and the Project of Scientific Research Plan of Qingdao Health Commission (2019-WJZD162). Corresponding author: LI Tao, E-mail: doctorxxwklt2020@163.com

炸弹、导弹、地雷等武器在爆炸过程中产生的投射物击中机体后在体内发生破裂、变形或穿透机体组织造成的破片伤,是战场发生破片伤的主要原因,会造成机体的结构和功能严重损伤,导致战斗减员。在中东战争、海湾战争中爆炸破片伤的发生率分别为56%和74%;据最近几次局部战争统计,爆炸破片伤的发生率高达53%~81%,个别情况下可达100%,爆炸破片伤逐渐成为现代战争最主要的战伤类型和显著特点之一[1]。和平时期制式炸弹爆炸导致的破片伤较为少见。近期,我科收治1例流弹爆炸导致肺破片伤患者,急诊行胸腔镜探查并成功救治,本研究报告其救治体会,并进行相关文献的复习,旨在探究胸腔镜微创手术在爆炸致肺破片伤紧急救治中的应用,为未来胸部战伤微创紧急救治提供支持。

1 资料与方法

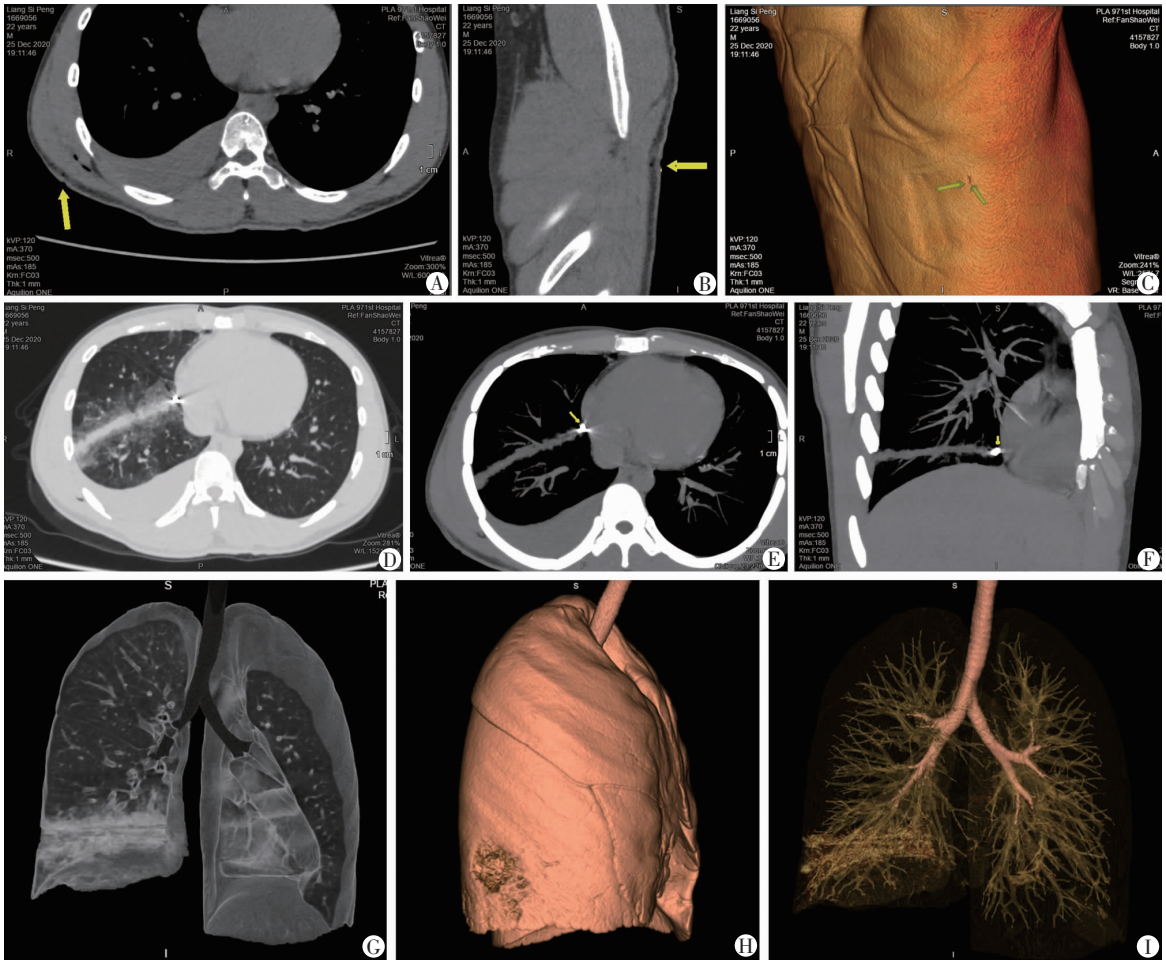
患者男性,22岁,距离流弹爆炸点4 m处被流弹

[基金项目] 全军后勤科研重大项目(AWS14C003);青岛市卫健委科研计划(2019-WJZD162)
[通信作者] 黎 涛,E-mail:doctorxxwklt2020@163.com

1000-5404/Copyright © 2021, 陆军军医大学(第三军医大学)。这篇开放获取文章遵循CC BY许可协议(https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

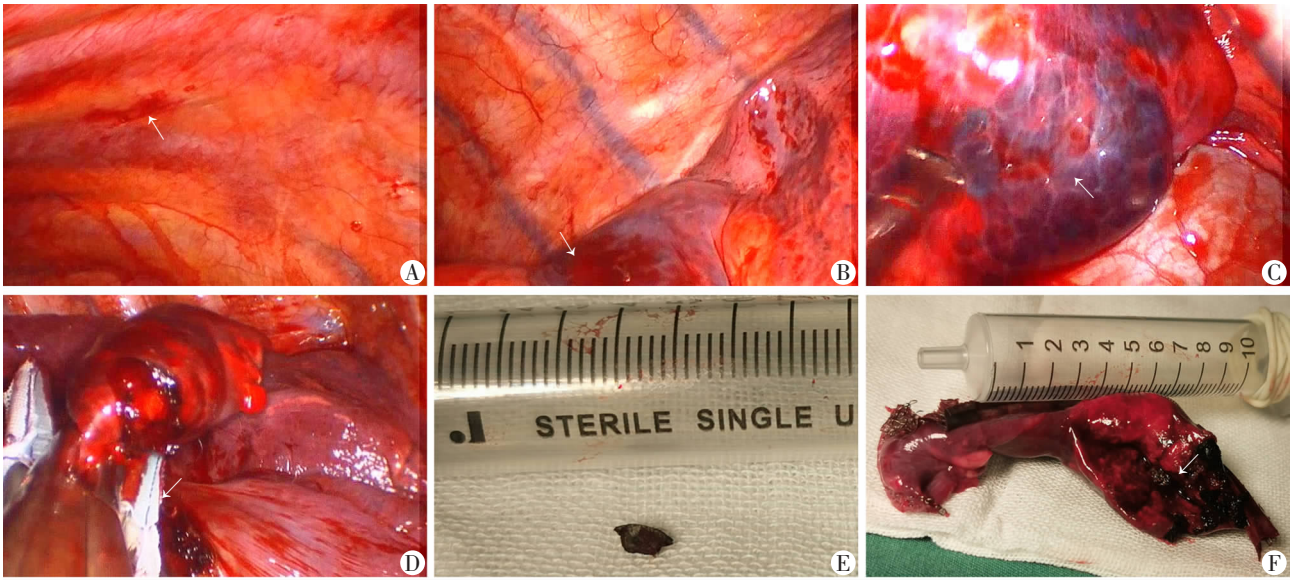
破片击中右胸背部,当即感右胸背部剧烈疼痛,呼吸、活动时加重,咯血,于2020年12月25日18时(受伤后3 h)急诊送入本院。查体:体温36.8 ℃,脉搏110次/min,呼吸27次/min,血压118/80 mmHg。神志清楚,痛苦面容,回答切题。右肩胛下角下可见0.8 cm×0.5 cm大小不规则伤口,无活动性出血,胸廓对称无畸形,右侧胸壁压痛(+),未及骨擦感。右下肺叩诊呈浊音,双肺呼吸音粗,右下肺呼吸音低,心前区无隆起,心尖搏动无异常,未触及震颤,心包摩擦感未触及。胸部CT及肺三维重建检查提示:右侧胸壁软组织损伤伴少量积气,右肺下叶创伤性湿肺,右侧胸腔积液及少量积气,心右缘可见异物(图1)。心脏彩超提示未见心包积液,破片未伤及心包。

入院后立即完善术前准备,分析患者为年轻患者,生命体征尚稳定,给予胸腔镜下行剖胸探查。于右侧腋前线第5肋间长约5 cm小切口,置入胸腔镜探查。术中探查发现右侧胸壁肩胛下角线外侧约2 cm第9肋间处可见0.8 cm×0.5 cm大小不规则伤口,无活动性出血,未见气泡溢出;弹道向前上方潜行经第8肋间进入右侧胸腔,右侧胸腔中量积血,部分血凝块,右肺下叶外基底段可见一大小约0.5 cm×0.8 cm弹道入口,创面可见血渍,周围有血肿,右侧下叶内侧基底段大面积肺内血肿。进一步行右肺下叶楔形切除术+右侧血胸清除术+右侧胸壁伤口扩创术,清除胸腔内积血800 mL,内镜直线切割缝合器弯钉行右肺下叶楔形切除。为防止术后肺残面漏气、渗血,应用奈维补片(可吸收性组织加固材料)加固切割缝合器弯钉切割面。切除含有爆炸破片和盲端伤道以及血肿的右肺下叶内侧基底段,切开找到黑色不规则金属物质(图2),进一步找到弹道肺表面入口,可吸收线缝合。大量温盐水反复冲洗胸腔,检查肺表面无漏气,胸腔内无出血,于切口旁内置入胸引管1根。探查右背部窦道,沿窦道切开皮肤及皮下组织,剪除坏死皮缘及组织,碘伏、盐水、双氧水反复冲洗伤口,逐层封闭创口;敷料包扎。



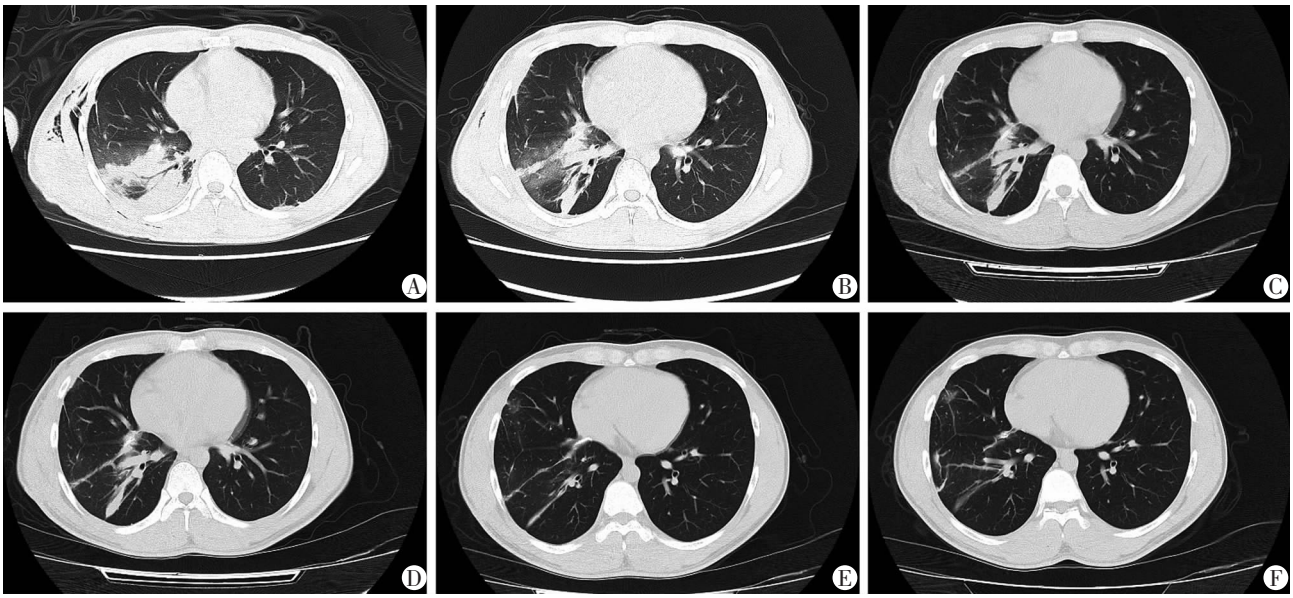
A:断层扫描　箭头示皮肤伤口位置;B:矢状位扫描　箭头示皮肤伤口位置;C:三维重建　箭头示皮肤伤口位置;D:断层肺窗伤道位置;E:断层纵隔窗伤道及弹片的位置;F:矢状位纵隔窗伤道及弹片的位置;G:冠状位纵隔窗伤道的位置;H:肺三维重建右肺下叶损伤情况;I:支气管树三维重建伤道情况

图1　患者入院时胸部CT及三维重建图像



A:胸壁内侧伤口位置(箭头示);B:右肺下叶外侧基底段伤口位置(箭头示);C:右肺下叶内侧基底段血肿(箭头示);D:切除含有血肿破片的部分右下肺　箭头示奈维补片;E:不规则流弹破片;F:切除的部分肺组织

图 2　患者胸腔镜下影像及爆炸破片情况



A:术后 3 d;B:术后 8 d;C:术后 12 d;D:术后 19 d;E:术后 32 d;F:术后 56 d

图 3　患者术后弹道血肿和炎症吸收情况

2　结果

手术时间 110 min,术中出血约 200 mL,患者术后病情平稳。注意保持引流管引流通畅,并记录引流液量及性质。术后第 3 天拔除胸腔引流管,予以奥硝唑+广谱抗生素积极抗感染治疗 10 d,并给予化痰、雾化吸入,嘱患者加强咳嗽,促进排痰,应用人血白蛋白促进肺血肿和水肿的吸收,术后 2 周恢复出院。随访 2 个月无明显并发症,肺内伤道血肿和炎症明显吸收(图 3)。

3　讨论

随着高爆武器的研发,在现代战争、武装冲突及恐怖袭击中,爆炸冲击伤的发生率和致死率不断上升[2]。张连阳教授[3]将爆炸伤按发病机制分为了五型,一型为原发性冲击伤或爆震伤;二型为投射物伤;

三型为撞击伤、钝性伤和挤压伤;四型为由爆炸所引起的直接损伤或造成的原有疾病加重,以及心理创伤等;五型是特指由细菌、病毒、化学制剂或辐射等特定添加物对机体造成的损伤。肺部冲击伤(blast lung injury,BLI)是导致现场死亡主要原因,其伤情具有外轻内重、发展迅速等特点,严重威胁伤者生命,病死率极高[4-7]。原发性肺冲击伤和高能破片是胸部爆炸伤后肺损害的重要因素[8],特别是在开放环境中,二型爆炸伤的致伤范围和致死率均远远超过一型爆炸伤[3]。爆炸性武器产生的破片击中机体组织后,会对机体组织产生直接的切割、撕裂、穿透、挤压等破坏作用,是破片致伤作用的主要方面。与破片的速度、质量、形状、结构以及方向有关,并与击中部位的组织密度和结构也相关。本病例离爆心约为 4 m,爆炸物当量相当于 1 TNT 当量[4,9],伤者生命体征平稳,且能耐受肺楔形切除、术后也未予呼吸机支持治疗,由此考虑原发性肺冲击伤较轻,这也与当时和之后多次复查胸部 CT 结果相符,所以本病例的致伤因素主要为破片损伤。既往报道的肺的二型爆炸伤主要集中在枪弹伤[10-12],本例爆炸破片为不规则的破片,从第 9 肋间的皮肤进入,第 8 肋间进入胸腔,追溯病史,考虑患者在爆炸发生时正在做转身运动,因此破片划过第 9 肋骨,速度有所下降,破片穿过右下肺外侧基底段和内侧基底段,停留在内侧基底段近心包侧,形成盲管伤。但是高速破片压力波和瞬间空腔效应对伤道周围组织也造成了不小的损伤,这从术前肺部三维重建和术后病理可以证实这一点。

胸腔镜手术因手术创伤小、止血效果满意、术后疼痛较轻、引流量少、并发症少、恢复快,目前已广泛开展,但应用于战创伤紧急救治和微创探查,既往鲜有报道,可参考的文献和经验较少。目前对胸部战创伤的救治多采用传统开胸探查手术,创伤较大,术后恢复慢,并发症多。本病例术前血流动力学稳定,采用胸腔镜探查可及时明确诊断和对病情做出判断,血胸主要考虑肺裂伤引起,镜下肺损伤情况暴露清楚,顺利完成手术。当然若有意外情况导致胸腔镜下无法止血,也可以直接转为开胸手术,从而达到不耽误患者生命安全的目的。本病例术前肺三维重建对判断肺损伤情况提供很大的支持,为后续的胸腔镜探查提供了有力的支撑。文献[13]报道在乌克兰东部武装冲突中 1 名战斗人员被饵雷爆炸后的金属碎片击中肺部导致肺动脉栓塞,正是由三维重建发现和提供准确的定位。因此,若条件允许的情况下尽量术前完善三维重建检查。FACKLER 等[14]指出,人体良好的防御机制和强大的自我修复能力在感染防治中有着重要的作用,部分学者提出:不是全部爆炸破片伤都需要进行彻底的清创处理,在某些情况下采用保守治疗或改良的切开引流方法可能会取得比传统外科处理原则更好的治疗效果[15]。结合术中镜下探查明确弹道位置及损伤情况,外基底段的肺损伤并不严重,我们采取了切除含有爆炸破片和盲端伤道以及血肿的右肺下叶内侧基底段的方法,而未进行扩大切除,以最大限度的保留肺功能。并且肺残面加用奈维补片以减少肺残面漏气、渗血的机会,加速患者的康复。考虑到破片伤都是污染的,其伤道细菌的生长、繁殖速度及感染以及大量的坏死组织是影响伤道处理的重要因素,术后使用广谱抗需氧菌和抗厌氧菌药物进行抗感染治疗,并使用人血白蛋白促进肺血肿和肺水肿的吸收。

综上所述,由于胸腔镜手术的局限性,其在胸部战伤紧急救治中尚未得到广泛应用。本例胸腔镜手术能够成功应用于爆炸致肺破片伤紧急救治,为胸部战伤微创紧急救治提供很好的探索和支持。另外术前进行完善的检查,特别是肺三维重建对术前评估有重要的指导意义,采用胸腔镜探查能够对伤情进行早期诊断及选择合适的治疗方案,必要时直接转为开胸手术,而不耽误患者生命安全。随着胸腔镜技术水平的不断发展,相信其会在胸部战伤紧急救治方面发挥重要的作用。

参考文献:

[1] GALANTE J, LONDON J A. Left ventricular bullet embolus: a case report and review of the literature[J]. J Emerg Med, 2010, 39(1): 25-31. DOI:10.1016/j.jemermed.2007.09.057.

[2] POON H, MORRISON J J, APODACA A N, *et al*. The UK military experience of thoracic injury in the wars in Iraq and Afghanistan[J]. Injury, 2013, 44(9): 1165-1170. DOI: 10.1016/j.injury.2013.01.041.

[3] 张连阳, 李阳. 爆炸伤的院前急救与早期救治策略[J]. 第三军医大学学报, 2020, 42(18): 1771-1776. DOI:10.16016/j.1000-5404.202006240.
ZHANG L Y, LI Y. Strategies for pre-hospital and early in-hospital management for explosion injuries[J]. J Third Mil Med Univ, 2020, 42(18): 1771-1776. DOI:10.16016/j.1000-5404.202006240.

[4] MATHEWS Z R, KOYFMAN A. Blast injuries[J]. J Emerg Med, 2015, 49(4): 573-587.

[5] WILKERSON G R, LEMON C, FALCONE R E. Blast injuries[J]. Trauma Rep, 2016, 17(3): 1-19.

[6] BALLIVET DE RÉGLOIX S, CRAMBERT A, MAURIN O, *et al*. Blast injury of the ear by massive explosion: a review of 41 cases[J]. J R Army Med Corps, 2017, 163(5): 333-

338. DOI:10.1136/jramc-2016-000733.

[7] MIYAWAKI H, SAITOH D, HAGISAWA K, *et al*. Noradrenalin effectively rescues mice from blast lung injury caused by laser-induced shock waves[J]. Intens Care Med Exp, 2015, 3(1): 32. DOI:10.1186/s40635-015-0069-7.

[8] HUANG J Z, YANG Z, WANG Z, *et al*. Study on characteristics of blast-fragment combined injury in dogs[J]. J Trauma, 1996, 40(3 Suppl): S63-S67. DOI:10.1097/00005373-199603001-00014.

[9] 杨策, 蒋建新, 王正国, 等. 肺冲击伤转化研究: 历史、现状与挑战[J]. 实用医药杂志, 2019, 36(1): 1-5,8.
YANG C, JIANG J X, WANG Z G, *et al*. Transformation research of pulmonary blast injury: history, current situation and challenges[J]. Pract J Med Pharm, 2019, 36(1): 1-5,8.

[10] 邵飞, 杨志鹏. 单发子弹致多处肢体创伤1例[J]. 创伤外科杂志, 2018, 20(4): 316-317.
SHAO F, YANG Z P. Treatment of multiple limb trauma and fracture caused by single bullet in 1 case[J]. J Trauma Surg, 2018, 20(4): 316-317.

[11] 陈秀, 邵伟庆, 赵红, 等. 火器致胸部穿透伤1例救治分析[J]. 创伤外科杂志, 2013, 15(1): 96.
CHEN X, SHAO W Q, ZHAO H, *et al*. Treatment of transmediastinal gunshot wound in 1 case[J]. J Trauma Surg, 2013, 15(1): 96.

[12] 张珺, 李海波, 梁宇, 等. 火器伤急诊腹腔镜探查1例并文献复习[J]. 中国微创外科杂志, 2017, 17(4): 379-380.
ZHANG J, LI H B, LIANG Y, *et al*. Emergency laparoscopic exploration for firearm injury: case report and review of literature[J]. Chin J Minim Invas Surg, 2017, 17(4): 379-380.

[13] IGOR KHOMENKO, IEVGEN TSEMA, PAVLO SHKLYAREVYCH. Pulmonary artery embolism by a metal fragment after a booby trap explosion in a combat patient injured in the armed conflict in East Ukraine: a case report and review of the literature[J]. J Med Case Rep, 2018, 12(1): 330.

[14] FACKLER M L, BRETEAU J P, COURBIL L J, *et al*. Open wound drainage versus wound excision in treating the modern assault rifle wound[J]. Surgery, 1989, 105(5): 576-584.

[15] 许川, 李兵仓. 爆炸破片伤的机制、特点及早期外科处理[J]. 创伤外科杂志, 2011, 13(1): 86-89.
XU C, LI B C. The mechanism, characteristics and primary surgery treatment for explosive injuries[J]. J Trauma Surg, 2011, 13(1): 86-89.

(**收稿**:2021-03-23;**修回**:2021-04-29)

(编辑 邓强庭)

(上接1666页)

[38] KO J M, NING L, ZHAO X K, *et al*. BRCA2 loss-of-function germline mutations are associated with esophageal squamous cell carcinoma risk in Chinese[J]. Int J Cancer, 2020, 146(4): 1042-1051. DOI:10.1002/ijc.32619.

[39] MATEO J, CARREIRA S, SANDHU S, *et al*. DNA-repair defects and olaparib in metastatic prostate cancer[J]. N Engl J Med, 2015, 373(18): 1697-1708. DOI:10.1056/NEJMoa1506859.

[40] MATEO J, PORTA N, BIANCHINI D, *et al*. Olaparib in patients with metastatic castration-resistant prostate cancer with DNA repair gene aberrations (TOPARP-B): a multicentre, open-label, randomised, phase 2 trial[J]. Lancet Oncol, 2020, 21(1): 162-174. DOI:10.1016/S1470-2045(19)30684-9.

[41] CAMPOS-CARRILLO A, WEITZEL J N, SAHOO P, *et al*. Circulating tumor DNA as an early cancer detection tool[J]. Pharmacol Ther, 2020, 207: 107458. DOI:10.1016/j.pharmthera.2019.107458.

[42] OELLERICH M, SCHÜTZ E, BECK J, *et al*. Using circulating cell-free DNA to monitor personalized cancer therapy[J]. Crit Rev Clin Lab Sci, 2017, 54(3): 205-218. DOI:10.1080/10408363.2017.1299683.

[43] NAKAMURA Y, YOSHINO T. Clinical utility of analyzing circulating tumor DNA in patients with metastatic colorectal cancer[J]. Oncologist, 2018, 23(11): 1310-1318. DOI:10.1634/theoncologist.2017-0621.

[44] WYATT A W, ANNALA M, AGGARWAL R, *et al*. Concordance of circulating tumor DNA and matched metastatic tissue biopsy in prostate cancer[J]. J Natl Cancer Inst, 2017, 109(12): djx118. DOI:10.1093/jnci/djx118.

[45] GOODALL J, MATEO J, YUAN W, *et al*. Circulating cell-free DNA to guide prostate cancer treatment with PARP inhibition[J]. Cancer Discov, 2017, 7(9): 1006-1017. DOI:10.1158/2159-8290.CD-17-0261.

[46] VOLANTE M, TOTA D, GIORCELLI J, *et al*. Androgen deprivation modulates gene expression profile along prostate cancer progression[J]. Hum Pathol, 2016, 56: 81-88. DOI:10.1016/j.humpath.2016.06.004.

[47] HORNING A M, WANG Y, LIN C K, *et al*. Single-cell RNA-seq reveals a subpopulation of prostate cancer cells with enhanced cell-cycle-related transcription and attenuated androgen response[J]. Cancer Res, 2018, 78(4): 853-864. DOI:10.1158/0008-5472.CAN-17-1924.

(**收稿**:2021-04-14;**修回**:2021-06-08)

(编辑 汪勤俭)