

. 实验研究 .

便携式神经内镜在脑内血肿清除术和开放性颅脑损伤有限清创术中的应用

周春辉 李文平 李彦腾 刘聪为 程 乔 赵虎林 张剑宁

【摘要】目的 探讨便携式神经内镜在脑内血肿清除术和开放性颅脑损伤有限清创术中的应用价值。**方法** 在头颅模型内注入硅胶作为脑实质,用垂物法投入模拟血包,制作脑内血肿,应用便携式神经内镜模拟清除脑内血肿;取 10 只比格犬制作开放性颅脑损伤模型,应用便携式神经内镜模拟进行有限清创术。**结果** 5 例脑内血肿模拟清除术均顺利完成,血肿量为 (30.00 ± 7.91) ml,血肿清除时间为 (1.28 ± 0.45) min,血肿清除效率为 (24.05 ± 2.51) ml/min,血肿清除体积为 (27.20 ± 6.83) ml,血肿清除率为 $(90.98\pm 2.73)\%$ 。10 只比格犬开放性颅脑损伤模型在便携式超声实时引导下完成有限清创术,异物数量为 (4.00 ± 1.49) 个,手术时间为 (25.20 ± 9.66) min,异物取出数量为 (2.90 ± 1.10) 个,单个异物清除时间为 (9.50 ± 2.83) min,异物清除率为 $(73.17\pm 16.22)\%$;手术前后 CT 示颅内无继发性出血,但是积气增多。**结论** 利用便携式神经内镜对脑内血肿进行血肿清除术,或对开放性颅脑损伤进行有限清创术,都是可行、有效的。

【关键词】 脑内血肿;开放性颅脑创伤;便携式神经内镜;血肿清除术;有限清创术

【文章编号】 1009-153X(2021)10-0784-05 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 651.1⁵; R 651.1¹

Application of portable neuroendoscopy in intracerebral hematoma removal and open traumatic brain injury undergoing limited debridement

ZHOU Chun-hui^{1,2}, LI Wen-ping³, LI Yan-teng^{1,2}, LIU Cong-wei², CHENG Qiao², ZHAO Hu-lin¹, ZHANG Jian-ning¹. 1. Department of Neurosurgery, PLA General Hospital, Beijing 100853, China; 2. Medical School of Chinese PLA, Beijing 100853, China; 3. Department of Medical Imaging, The Sixth Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100048, China

【Abstract】Objective To explore the application value of portable neuroendoscopy in the removal of intracerebral hematoma and limited debridement of open traumatic brain injury (TBI). **Methods** Five simulate cerebral hematomas were made artificially: silica gel was injected into the resin skull model as the cerebral substance and the simulated blood pack was put into the silica gel to make intracerebral hematoma, and then the portable neuroendoscope was used to remove the simulated intracerebral hematomas. Ten beagle dogs were used to make an open TBI model and the portable neuroendoscopy was used to simulate the limited debridement. **Results** All the simulated removal of cerebral hematomas were successfully completed. The volume of hematoma was (30.00 ± 7.91) ml, the time of hematoma removal was (1.28 ± 0.45) min, the efficiency of hematoma removal was (24.05 ± 2.51) ml/min, and the volume of hematoma removal was (27.20 ± 6.83) ml, the clearance rate of hematoma was $(90.98\pm 2.73)\%$. The limited debridements under guidance of portable real-time ultrasound were successfully completed in 10 beagle dogs with open TBI model. The number of foreign bodies was (4.00 ± 1.49) , the operation time was (25.20 ± 9.66) min, the number of removed foreign bodies was (2.90 ± 1.10) , the removal time of a single foreign body was (9.50 ± 2.83) min, and the foreign body removal rate was $(73.17\pm 16.22)\%$; After the limited debridement, CT showed no secondary intracranial hemorrhage and increase in intracranial pneumatocele. **Conclusions** It is feasible and effective to use portable neuroendoscopy to remove intracerebral hematoma or perform limited debridement for open TBI.

【Key words】 Cerebral hematoma; Open traumatic brain injury; Portable neuroendoscopy; Hematoma removal; Limited debridement

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2021.10.012

作者单位:100853 北京,中国人民解放军总医院神经外科医学部(周春辉、李彦腾、赵虎林、张剑宁);1000853 北京,解放军医学院(周春辉、李彦腾、刘聪为、程 乔);100048 北京,中国人民解放军总医院第六医学中心医学影像科(李文平);

通讯作者:张剑宁,E-mail:jnzhang2018@163.com

在现代常规战争中,最致命性的损伤仍是颅脑损伤。针对开放性颅脑损伤,早期有效救治能减少病死率、致残率,有限清创术是其中重要环节^[1-3]。我军《战伤救治规则》明确指出,颅脑火器伤必须一次彻底清创,应用抗生素的情况下,伤后 72 h 内,只要伤部无明显感染,仍可进行一次清创术^[4]。有限清创术包括颅内异物、血肿的清除及脑脊液漏的修补

等。与显微镜下手术相比,神经内镜手术具备微创、康复快等特点,能够提供开放性颅脑损伤有限清创术的条件^[5]。本研究利用国产便携式神经内镜(图 1)进行模拟手术训练,探讨便携式神经内镜在脑内血肿清除术和开放性颅脑损伤有限清创术中的应用价值。

1 材料与方法

1.1 材料与设备 1:1 的颅骨树脂模型 5 具(苏州市医学教学模型制造有限公司)、比格犬 10 只(北京科宇动物养殖中心)、硅胶(北京三景信德科技有限公司)、寒天粉和吉利丁粉(浙江嘉兴海宁枫园食品有限公司)、便携式神经内镜一体机(徐州益柯达电子科技有限公司)、0°镜头(天津博朗科技发展有限公司)、便携式超声(荷兰 PHILIPS 公司)、CT 机(德国 GE 公司)。

1.2 脑内血肿模型的制作及模拟手术 在头颅模型内注入硅胶作为非工作区脑实质。工作区脑实质的制作:将寒天粉按 1:50 比例和热水混合,并加入少量牛奶,将调制好的溶液注入硅胶脑实质预留的腔体内并用垂物法投入模拟血包。模拟血包的制作:用糖浆+吉利丁粉+热水+牛奶+少量紫药水进行熬制,冷却后装入手套皮内,使橡胶皮扩充肿胀。运用左手持镜头、右手持负压吸引器等手术器械的单人操



图 1 国产刀锋益柯达 YKD-9003 型便携式神经内镜

作技术,模拟清除脑内血肿的有限清创手术。计算清除的血肿体积和时间。

1.3 开放性颅脑损伤的动物模型制作及手术 选用比格犬 10 只,3%戊巴比妥钠(1 mg/kg)经股部肌肉注射麻醉成功后,将犬俯卧固定在撞击板上。纵行切开头皮,暴露颅骨。用骨凿打碎颅骨后,剪开硬脑膜,暴露脑皮层,将皮毛、泥沙、碎骨片、小铁片和钢珠等异物置于脑皮层表面,并对异物进行计数。用砝码等重物自由落体,砸向脑皮层,形成脑出血及创伤性污染窦道^[6]。伤后,行头颅 CT 扫描,观察脑组织受损情况、异物数目及位置。利用自制内镜套筒(10 ml 注射器针筒),从脑表面皮层的窦道进入深部,建立手术通道。在助手协助下(便携式超声引导及控制内镜套筒)下,左手持镜头,右手持吸引器或

表 1 便携式神经内镜模拟清除脑内血肿的效果

模拟病例	血肿体积(ml)	清除时间(min)	血肿清除效率(ml/min)	清除血肿体积(ml)	血肿清除率(%)
病例 1	20.00	0.80	25.00	19.00	95.00
病例 2	25.00	0.90	27.78	22.00	88.00
病例 3	30.00	1.30	23.08	28.00	93.33
病例 4	35.00	1.50	23.33	31.00	88.57
病例 5	40.00	1.90	21.05	36.00	90.00

表 2 比格犬开放性颅脑损伤后进行便携式神经内镜有限清创术处理的效果

动物	放置异物数量(个)	手术时间(min)	取出异物数量(个)	单个异物清除时间(min)	异物清除率(%)
动物 1	2	15	1	15.00	50.00
动物 2	2	13	2	6.50	100.00
动物 3	3	18	2	9.00	66.67
动物 4	3	21	2	10.50	66.67
动物 5	4	20	4	5.00	100.00
动物 6	4	26	3	8.67	75.00
动物 7	5	37	3	12.33	60.00
动物 8	5	32	4	8.00	80.00
动物 9	6	39	4	9.75	66.67
动物 10	6	41	4	10.25	66.67

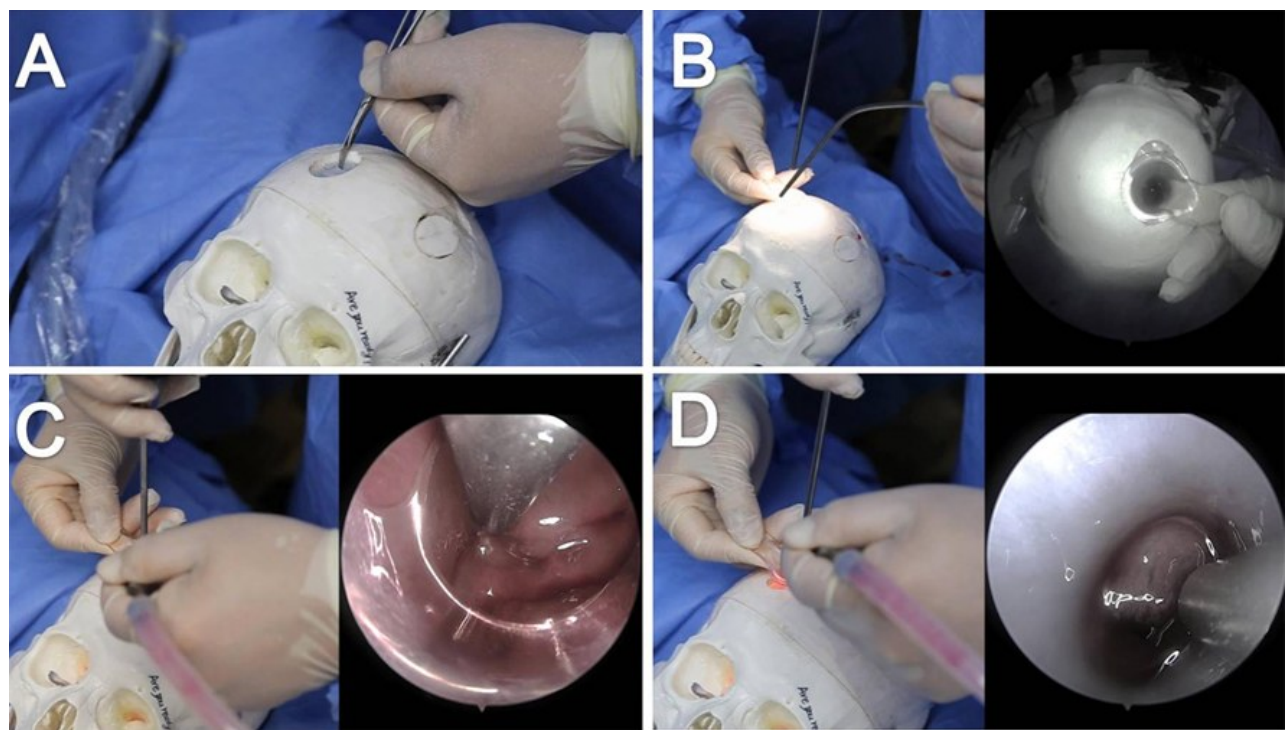


图2 便携式神经内镜模拟脑内血肿清除术
A. 从头颅模型额部开放性骨窗扩大手术通道;B. 置入制作的套筒;C. 利用负压吸引器,清除暗红色“血肿”;D. 术后见血肿清除完成,显露灰白色“正常脑组织”

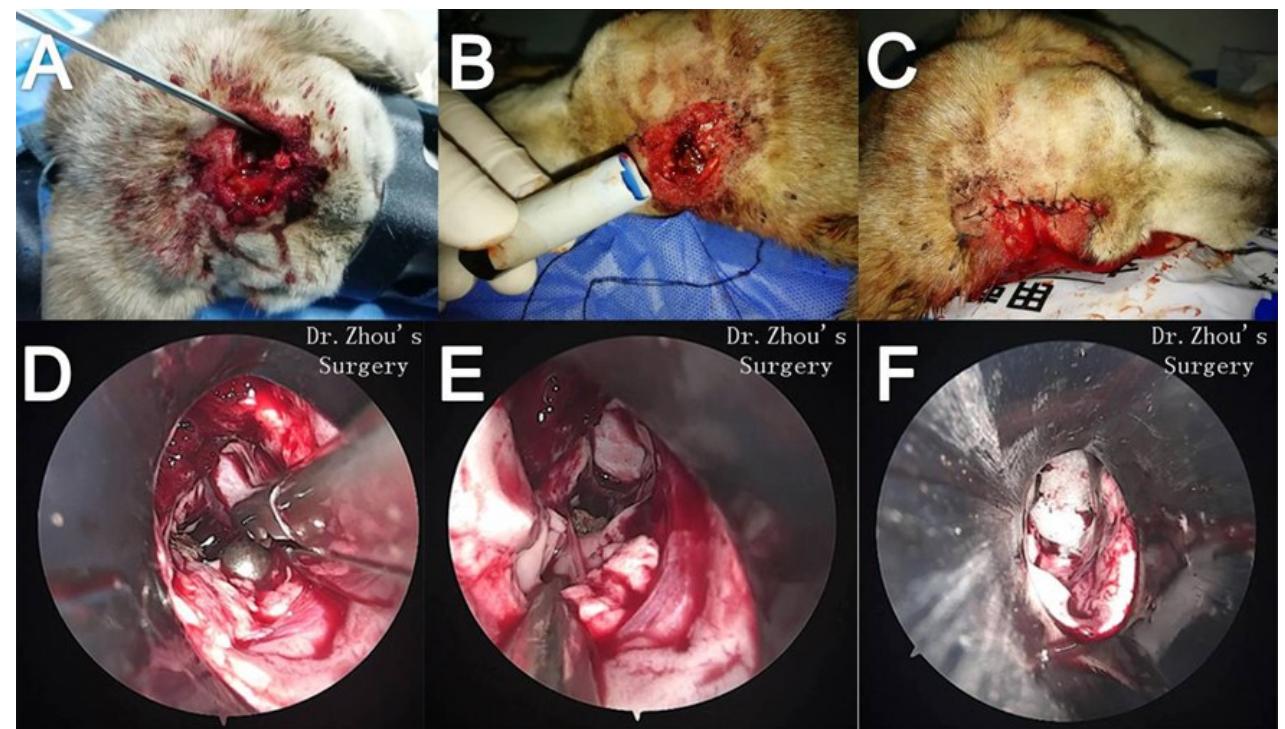


图3 比格犬开放性颅脑损伤后应用便携式神经内镜进行有限清创术
A. 制作比格犬开放性颅脑损伤模型;B. 自制内镜套筒(无菌手套+消毒胶片);C. 将开放性伤口转为闭合性;D. 术中探查到钢珠并取出;E. 术中清除血肿及控制活动性出血后,可见深部脑室及脉络膜;F. 术中明胶海绵封闭脑室瘘口,防止术后脑脊液漏

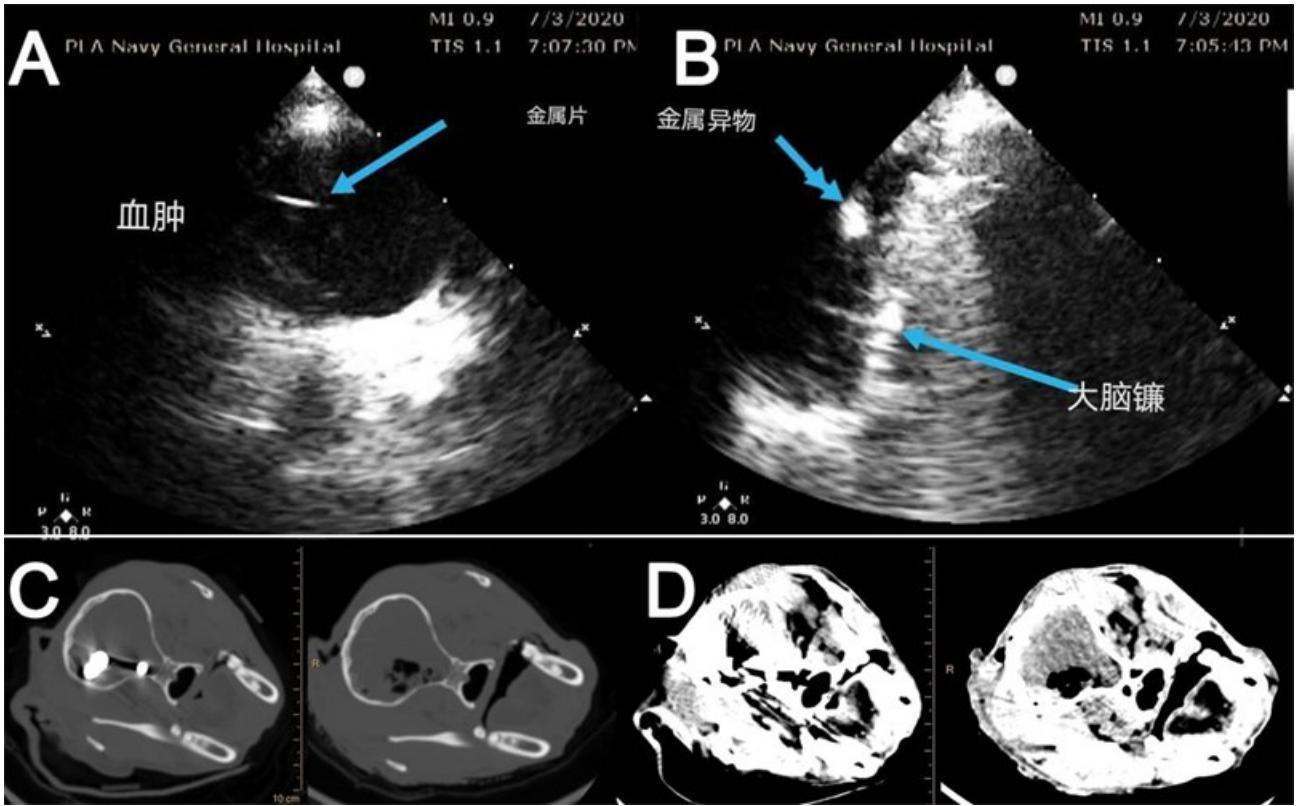


图4 比格犬开放性颅脑损伤便携式神经内镜有限清创术前后影像学表现

A、B. 便携式超声术中扫描可见金属片、血肿块、钢珠等异物及大脑镰等解剖结构,引导手术;C~D. 手术前后骨窗、脑组织窗的CT表现,可见颅内异物清除后,脑组织积气较重

双极电凝等手术器械完成清除血肿和异物、止血、脑脊液漏修补等有限清创手术。计算清除的异物数目以及手术时间。手术结束后,再次行头颅CT扫描,观察颅内术后情况、残留异物的数目和位置。

2 结果

2.1 脑内血肿清除术效果 5例脑内血肿模拟清除术均顺利完成,血肿量为(30.00±7.91)ml,血肿清除时间为(1.28±0.45)min,血肿清除效率为(24.05±2.51)ml/min,血肿清除体积为(27.20±6.83)ml,血肿清除率为(90.98±2.73)%。见表1、图2。

2.2 开放性颅脑损伤有限清创术效果 因颅内异物位置深且分散、手术通道狭窄等限制,便携式超声实时引导下完成清创、止血、修补脑脊液漏等操作。异物数量为(4.00±1.49)个,手术时间为(25.20±9.66)min,异物取出数量为(2.90±1.10)个,单个异物清除时间为(9.50±2.83)min,异物清除率为(73.17±16.22)%。对体积较大的异物,如钢珠、大骨片、砂石等,易探查后清除;而小铁片、小骨片、毛发、泥沙等较难发现及清除。手术前后CT示颅内无继发性出血,但是积气增多。见表2及图3、4。

3 讨论

本研究利用硅胶、明胶等制作脑内血肿模型^[7],和脑出血尸头模型比较,相对简单^[8],没有考虑到颅内血肿毒性物质和占位效应的影响;而且,研究数据也仅记录血肿清除量和手术时间,但作为培训基层军医快速掌握神经内镜应用的训练工具,是合格的。现代战争造成的开放性颅脑损伤的机制复杂,包括气压、异物、热学、化学、爆震等因素共同作用,具有伤情急、创伤大、污染重和进行性恶化等特点^[9]。完全模拟实战制作动物模型^[10],难度大且病死率高,给观察和治疗带来极大不便,这也符合开放性颅脑损伤80%左右病死率的现实^[11]。我们救治的对象是在颅脑第一次打击后存活下来的伤员,因此我们制作的动物模型弹道学仅模拟了低速弹、盲管伤,致伤机制仅模拟了碎片伤,手术方式以有限清创为主,研究结果也是评价清创的效率,故创伤犬模型在损伤程度、伤口大小、出血量等方面未做详细说明及区分,且清创术后所有犬均处死,未记录术后短期、长期神经功能结局。

我军卫勤专家,结合美军近两次战争对颅脑损

伤的救治经验及我军实际情况,建议提高严重颅脑损伤生存率的重要措施,是在伤员向后方医院转运之前进行预防性去骨瓣减压术,但是这种手术率不到 0.5%,绝大多数是转运至后方医院再完善手术^[1-12-17]。本文的有限清创术式为探索性研究,计划实施地点为前线救治单位,非后方医院,因此它的适应证包括:开放性颅脑损伤,且合并伤及生命体征稳定;影像学检查显示异物、血肿等位于伤道内。它的预期目标为:早期干预,清除伤道内的血肿、破碎脑组织及异物等;严密止血;抗生素盐水或双氧水反复冲洗和清洁伤道;修复硬脑膜和头皮缺损,使开放、污染的伤道,变成闭合、清洁的伤道,为后送提供条件。

总之,相比后方医院方能开展的高难度开颅手术,利用便携式神经内镜沿头颅表面伤道进入颅内进行早期有限清创术,能缩短基层单位救治开放性颅脑损伤的学习曲线。此外,前线伤员早期接受神经内镜有限清创术,对比后送再行开颅手术,获益相对更大。最后,便携式神经内镜体积小(笔记本电脑大小)重量轻(10 kg),更适合战时环境下开展。

【参考文献】

- [1] 宗兆文,杨 磊.美军在“自由伊拉克行动”和“持久自由行动”中颅脑战伤救治的经验及对我军颅脑战伤救治的启发[J].第三军医大学学报,2018,40(2):91-96.
- [2] Maragos GA, Papavassiliou E, Stippler M, *et al.* Civilian gunshot wounds to the head: prognostic factors affecting mortality: meta-analysis of 1774 patients [J]. *J Neurotrauma*, 2018, 35(22): 2605-2614.
- [3] Helmick KM, Spells CA, Malik SZ, *et al.* Traumatic brain injury in the US military: epidemiology and key clinical and research programs [J]. *Brain Imaging Behav*, 2015, 9(3): 358-366.
- [4] 中国人民解放军总后勤部卫生部.战伤救治规则(2016) [S].北京:中国人民解放军总后勤部卫生部,2016.
- [5] 张 凯,梁 磊,陈来照.内镜在狭小伤口清创术中的应用[J].中国现代医生,2018,56(2):60-61+65+169.
- [6] Shakova FM, Barskov IV, Gulyaev MV, *et al.* Relationship between morphofunctional changes in open traumatic brain injury and the severity of brain damage in rats [J]. *Bull Exp Biol Med*, 2016, 161(3): 419-424.
- [7] 陈向荣,杜菊梅,徐东泽,等.神经内镜下脑出血清除术模型的建立及手术训练[J].中国微侵袭神经外科杂志,2017,22(11):527-528.
- [8] 熊忠伟,颜希希,辛 灿,等.建立供神经内镜培训的脑出血尸头模型及培训方法[J].中国临床神经外科杂志,2020,25(6):394-396.
- [9] Jandial R, Reichwage B, Levy M, *et al.* Ballistics for the neurosurgeon [J]. *Neurosurgery*, 2008, 62(2): 472-480.
- [10] 高玉松,罗新铭,胡成萧,等.脑爆震伤动物模型评价[J].中国临床神经外科杂志,2018,23(4):285-288.
- [11] Rubiano AM, Maldonado M, Montenegro J, *et al.* The evolving concept of damage control in neurotrauma: application of military protocols in civilian settings with limited resources [J]. *World Neurosurg*, 2019, 125: e82-e93.
- [12] 宗兆文,张连阳,秦 昊,等.我军战伤伤情评估和诊断方法的专家共识[J].解放军医学杂志,2018,43(3):181-188.
- [13] Cai YL, Ju JT, Liu WB, *et al.* Military trauma and surgical procedures in conflict area: a review for the utilization of forward surgical team [J]. *Mil Med*, 2018, 183(3-4): e97-97e106.
- [14] 张善纲.现代战争中颅脑损伤的特点及功能康复[J].中国临床神经外科杂志,2015,20(11):701-703.
- [15] Rosenfeld JV, Bell RS, Armonda R. Current concepts in penetrating and blast injury to the central nervous system [J]. *World J Surg*, 2015, 39(6): 1352-1362.
- [16] Adam O, Mac Donald CL, Rivet D, *et al.* Clinical and imaging assessment of acute combat mild traumatic brain injury in Afghanistan [J]. *Neurology*, 2015, 85(3): 219-227.
- [17] 曾子恒,张 灏,陈伟强,等.颅脑损伤后继发性脑损伤发病机制的研究进展[J].中国临床神经外科杂志,2019,24(12):777-779.

(2021-04-17 收稿,2021-08-31 修回)