

术中超声联合内镜技术治疗自发性脑内血肿 经验初探

张家墅 陈晓雷 王群 徐兴华 吴东东 孙正辉 吕发勤 张军 余新光 许百男

【摘要】 目的 评价采用术中超声联合内镜技术治疗自发性脑内血肿的临床应用价值。方法 2016年10月至2019年10月解放军总医院第一医学中心和海南医院神经外科共对17例自发性脑内血肿患者实施超声引导下内镜下脑内血肿清除术,术中采用超声诊断仪定位血肿位置、反馈血肿清除程度;术后计算血肿清除率并记录超声和内镜相关并发症或不良事件,采用Karnofsky功能状态评分(KPS)评价神经功能改善程度。**结果** 17例患者手术成功率达100%,且无一例发生与超声或内镜相关并发症或不良事件;所有患者均在超声引导下将内镜工作通道一次性准确置入血肿中心。17例患者术前血肿量中位值为44.40(31.20, 54.35) ml、术后3.00(1.80, 5.10) ml,血肿清除率约94.01%(87.11, 96.08)%;术前KPS评分中位评分为20(15, 30)、术后2周中位评分为40(35, 50),较术前明显改善($Z = -3.671, P = 0.000$)。**结论** 术中超声联合内镜技术治疗自发性脑内血肿安全、可行,该项联合技术有助于准确定位血肿、提高血肿清除率、减少并发症和促进神经功能恢复。

【关键词】 脑出血; 血肿; 超声检查; 内窥镜检查; 神经外科手术

Preliminary exploration of intraoperative ultrasound-guided endoscopic evacuation of spontaneous intracerebral hematoma

ZHANG Jia-shu¹, CHEN Xiao-lei¹, WANG Qun¹, XU Xing-hua¹, WU Dong-dong¹, SUN Zheng-hui²,
LÜ Fa-qin³, ZHANG Jun¹, YU Xin-guang¹, XU Bai-nan¹

¹Department of Neurosurgery, the First Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100853, China

²Department of Neurosurgery, ³Department of Ultrasonography, Hainan Hospital of PLA General Hospital, Sanya 572013, Hainan, China

Corresponding author: CHEN Xiao-lei (Email: chxlei@mail.sysu.edu.cn)

【Abstract】 Objective To investigate the clinical value of intraoperative ultrasound and endoscopy technique on the surgery of spontaneous intracerebral hematoma. **Methods** A total of 17 patients who underwent ultrasound-guided endoscopic evacuation of spontaneous intracerebral hematoma from October 2016 to October 2019 in Department of Neurosurgery of the First Medical Center of PLA General Hospital and Hainan Hospital were selected. All hematomas were located by ultrasound during operation. At the same time, feedback the degree of hematoma clearance and calculate the hematoma removal rate. Record ultrasound and endoscopy-related complications or adverse events. Use Karnofsky Performance Status (KPS) to evaluate postoperative neurological function improvement. **Results** Intraoperative ultrasound and endoscopic technique were conducted in all 17 patients with a success rate of 100%, and no ultrasound and endoscopic-related complications or adverse events occurred. In all cases, endoscopic working sheath was once accurately introduced into the center of hematoma. Preoperative median volume of hematoma was 44.40 (31.20, 54.35) ml, and postoperative median volume was 3.00 (1.80, 5.10) ml, and the extent of hematoma removal rate was 94.01% (87.11, 96.08)%. Preoperative median KPS score was 20 (15, 30), and median KPS score was 40 (35, 50) 2 weeks after operation, which was significantly improved ($Z = -3.671$,

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2021.03.014

基金项目:国家自然科学基金资助项目(项目编号:81371561);解放军总医院科技创新苗圃基金资助项目(项目编号:15KMM19);解放军总医院临床科研扶持基金资助项目(项目编号:2016FC-TSYS-1023)

作者单位:100853 北京,解放军总医院第一医学中心神经外科(张家墅,陈晓雷,王群,徐兴华,吴东东,张军,余新光,许百男);572013 三亚,解放军总医院海南医院神经外科(孙正辉),超声科(吕发勤)

通讯作者:陈晓雷,Email:chxlei@mail.sysu.edu.cn

$P = 0.000$). **Conclusions** These results suggest that intraoperative ultrasound-guided endoscopic surgery is a safe and feasible surgical modality for spontaneous intracerebral hematoma. This combined technique may help to localize the hematoma more accurately, enhance the extent of hematoma removal, and reduce complications and facilitate neurological recovery.

【Key words】 Cerebral hemorrhage; Hematoma; Ultrasonography; Endoscopy; Neurosurgical procedures

This study was supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 81371561), Science and Technology Innovation Nursery Fund Project of PLA General Hospital (No. 15KMM19), and Clinical Research Support Fund Project of PLA General Hospital (No. 2016FC-TSYS-1023).

Conflicts of interest: none declared

随着内镜技术的不断进步与发展,目前其已逐渐应用于自发性脑内血肿的外科治疗。由于脑内血肿手术大多采用小骨瓣和微创切口,因此术中准确定位血肿为手术成功的关键,在既往的临床治疗过程中,主要凭借术者经验对血肿进行定位,由于误差较大既无法达到良好的血肿清除效果亦难以形成成熟的技术经验在临床推广。术中超声具有简易、快捷、准确等优点,对于脑内血肿患者而言,在骨瓣去除的情况下,超声能够实时反馈术中信息、减少主观误差,从而提高定位的准确性。为此笔者拟将解放军总医院第一医学中心和海南医院神经外科近年采用术中超声联合内镜技术治疗自发性脑内血肿获得初步临床经验报告如下,以为临床同道提供指导。

对象与方法

一、病例选择

1. 纳入与排除标准 (1)年龄 ≥ 18 岁。(2)经头部 CT 证实为自发性脑实质出血,且出血量幕上 > 30 ml、幕下 > 10 ml。(3)排除术前即已形成脑疝、颅内动脉瘤或血管畸形等引起的颅内出血,以及伴颅脑创伤(TBI)者。

2. 一般资料 选择 2016 年 10 月至 2019 年 10 月于解放军总医院第一医学中心和海南医院神经外科接受超声引导下内镜下血肿清除术患者 17 例,均为男性,年龄 31 ~ 83 岁,平均 (60.11 ± 13.63) 岁。其中高血压脑出血 14 例、凝血或者血小板功能异常引起出血 2 例、急性缺血性卒中 rt-PA 静脉溶栓出血 1 例;出血部位包括右侧基底节区(8 例)、左侧基底节区(6 例,例 7 同时累及丘脑)、左侧小脑半球(1 例)、右侧小脑半球(1 例)和右侧颞顶叶皮质下(1 例)。本组 17 例接受超声引导下内镜下血肿清除术患者的临床资料详见表 1。

二、治疗方法

1. 超声引导内镜下血肿清除术 (1)主要设备与仪器:迈瑞 M7 型彩色超声诊断仪购自深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司,术中采用 P4-2S 探头,探头大小为 $3.00 \text{ cm} \times 2.50 \text{ cm}$;内镜成像系统购自德国 Storz 公司,镜头为 0° 蝶窦镜;内镜工作通道采用我院自主设计的新型工作通道系统(专利号:201210066281.1,图 1)。(2)手术过程:患者仰卧位、全身麻醉,根据 CT 所示血肿体表投影位置设计切口,常规骨瓣开颅,骨窗直径 3 ~ 4 cm。切开硬脑膜前行术中超声,探头涂耦合剂后无菌保护套包裹,术中使用生理盐水作为耦合剂,保证探头与硬脑膜完全接触,探测皮质下血肿位置和深度,切开硬脑膜后导入内镜工作通道内芯,到达血肿中心位置后回抽确认,置入工作通道后退出内芯。内镜直视下分块清除血肿,务必于血肿内操作,避免损伤血肿腔周围脑组织,透明的工作通道利于观察残留血肿位置,通过变换工作通道角度和深度,清除不同位置的血肿。血肿清除后确认无活动出血,铺垫止血材料,最后缓慢退出工作通道。除非存在血小板或凝血系统异常等因素,一般不留置术区引流装置。手术残腔灌满生理盐水,关闭硬脑膜前行术中超声检查,探测有无血肿残留或远隔部位血肿。原位缝合硬脑膜、复位固定颅骨,逐层关颅。术后 24 h 内复查 CT 观察血肿清除情况(图 2,3)。

2. 疗效及安全性评价 (1)疗效评价:参照文献[1-2]方法,于术后次日将原始的影像学数据导入 3D-Slicer 图像分析软件进行血肿三维重建和体积计算,血肿清除率 = $(\text{术前血肿量} - \text{术后血肿量}) / \text{术前血肿量} \times 100\%$ 。术后 2 周采用 Karnofsky 功能状态评分(KPS)对患者基本生活能力即神经功能恢复程度进行评价,并与术前神经功能状态进行对比;KPS 总评分为 100, > 80 为生活自理,50 ~ 70 生活需他人

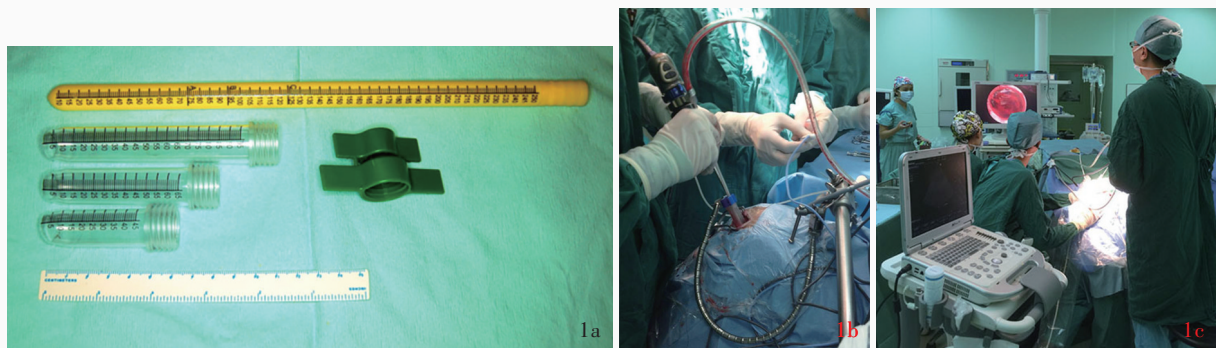


图 1 超声引导下内镜下血肿清除术相关设备与器械 1a 专利内镜工作通道系统 1b 内镜和工作通道的术中位置 1c 超声诊断仪的术中摆放

Figure 1 Ultrasound-guided endoscopic evacuation of hematoma related equipment and instruments Patented endoscopic working channel system (Panel 1a). Intraoperative placement of endoscope and working channel (Panel 1b). Intraoperative placement of ultrasound (Panel 1c).

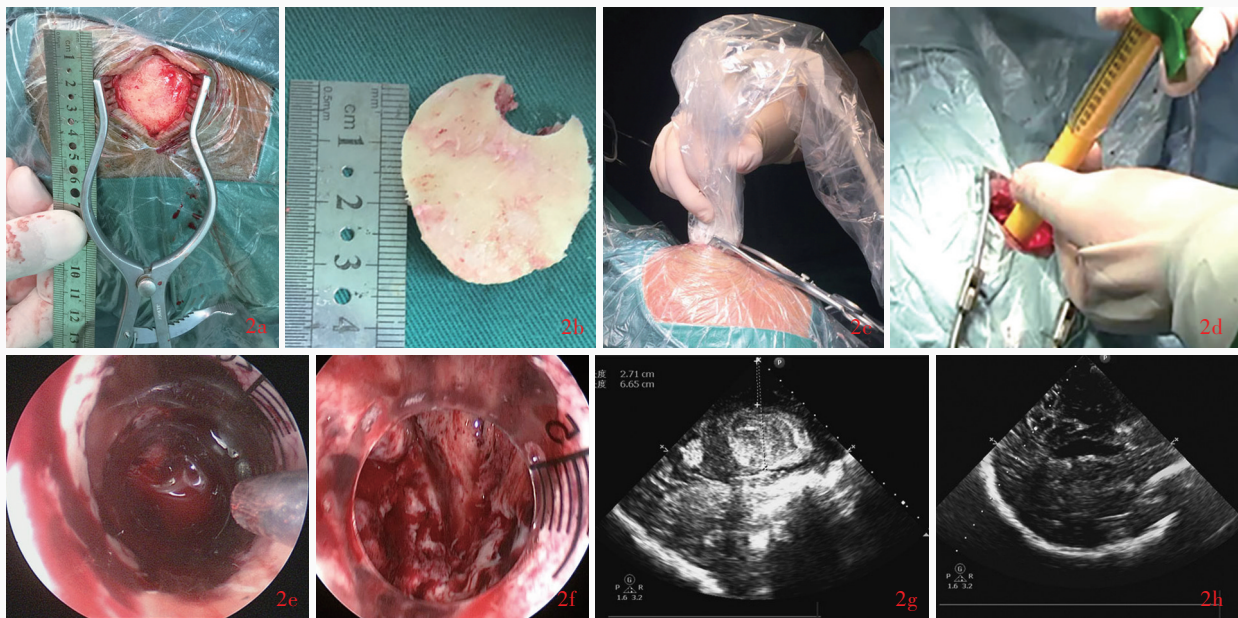


图 2 例 4 患者, 男性, 54 岁。主因突发左侧肢体无力 6 h 入院。临床诊断为右侧基底节出血, 于 2017 年 2 月 24 日行超声引导下内镜下血肿清除术, 术中内镜, 以及血肿清除前后超声监测所见 2a 行微创直切口 2b 骨瓣直径为 3 cm 2c 切开硬脑膜前通过超声诊断仪探测血肿位置 2d 导入工作通道 2e 血肿清除前超声成功引导进入血肿中心 2f 内镜下清除血肿后未见周围脑组织活动性出血 2g 通过超声诊断仪定位皮质至血肿浅面和深面距离分别为 2.70 和 6.60 cm 2h 血肿清除后超声诊断仪提示血肿清除满意, 无残留和远隔部位血肿

Figure 2 A 54-year old male patient (Case 4) suffered from weakness of left limb for 6 h, and he was diagnosed with right basal ganglia hematoma. An ultrasound-guided endoscopic evacuation of hematoma was underwent on February 24, 2017. Intraoperative screenshots of ultrasound-guided endoscopic hematoma evacuation surgery Minimally invasive linear incision (Panel 2a). Diameter of bone flap was 3 cm (Panel 2b). The hematoma was detected by ultrasound before the dura incision (Panel 2c). Import the working channel (Panel 2d). Ultrasound successfully guided the endoscope into the center of the hematoma (Panel 2e). After the hematoma was removed, no active bleeding was found in the surrounding brain tissue (Panel 2f). Before the hematoma was evacuated, the distance from the cortex to the roof and root of the hematoma was 2.70 and 6.60 cm, respectively (Panel 2g). After the evacuation of hematoma, ultrasound indicated that the hematoma was removed satisfactorily, and there were no residual and distant hematoma (Panel 2h).

帮助, < 50 生活无法自理, 分值越低、生活自理能力越差。(2) 安全性评价: 记录患者住院时间、重症监护时间, 同时, 观察术后再出血、新发神经功能障碍、感染、超声或者内镜相关并发症及不良事件的发生情况。

三、统计分析方法

采用 SPSS 21.0 统计软件进行数据处理与分析, 呈正态分布的计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 呈非正态分布的计量资料采用中位数和四分位数间距 [$M(P_{25}, P_{75})$] 表示, 手术前后神经功能的比

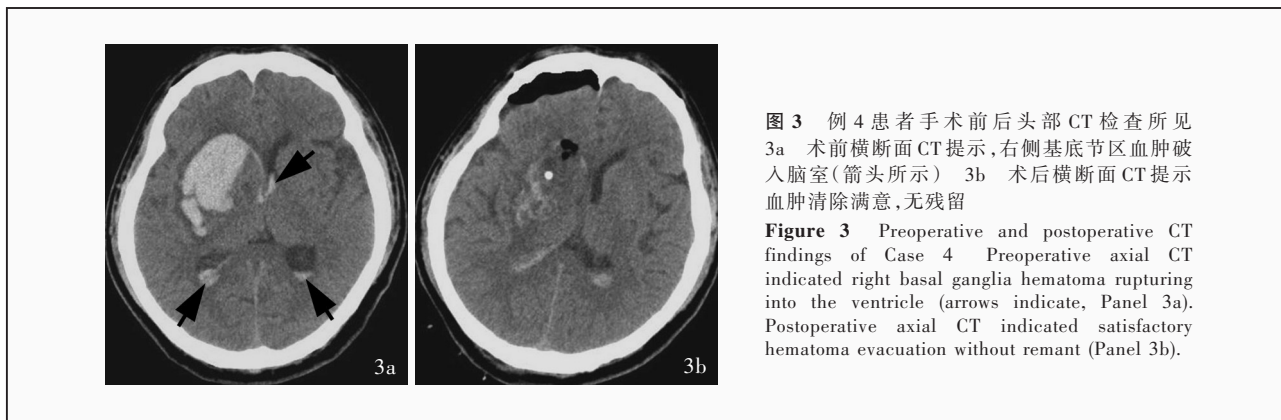


图3 例4患者手术前后头部CT检查所见
3a 术前横断面CT提示,右侧基底节区血肿破入脑室(箭头所示) 3b 术后横断面CT提示血肿清除满意,无残留

Figure 3 Preoperative and postoperative CT findings of Case 4. Preoperative axial CT indicated right basal ganglia hematoma rupturing into the ventricle (arrows indicate, Panel 3a). Postoperative axial CT indicated satisfactory hematoma evacuation without remnant (Panel 3b).

较行 Wilcoxon 符号秩和检验,以 $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本组 17 例患者术中超声引导下内镜下血肿清除均获成功,所有患者血肿清除前均经超声诊断仪引导穿刺导芯一次即成功进入血肿中心位置,血肿清除后常规超声检查和关颅前内镜直视下均未见血肿残留,手术成功率达 100%。术中共行 39 次超声检查,平均每例 2.29 次;手术耗时 0.90~3.90 h,中位耗时为 1.20(1.05, 2.25) h,超声总耗时为 10.10~26.50 min,平均 (17.53 ± 4.35) min。17 例患者术前血肿量 16.28~69.46 ml,中位值为 44.40(31.20, 54.35) ml;术后血肿量 0.53~11.79 ml,中位值为 3.00(1.80, 5.10) ml;血肿清除率为 60.41%~97.33%,中位值 94.01%(87.11, 96.08)%。本组例 9 患者由于术前存在血小板功能异常,故术后发生术区再出血,血肿清除率仅达 60.41%,其余 16 例患者血肿清除率均 > 80%,11/17 例患者血肿清除率 > 90%(表 1)。术前 KPS 评分为 10~60,中位评分 20(15, 30),术后 2 周 KPS 评分为 20~80,中位评分 40(35, 50),较术前明显改善($Z = -3.671, P = 0.000$);住院时间 13~56 d,中位时间 25(15, 30) d;重症监护时间为 1~19 d,中位时间为 7.00(7.00, 10.50) d。17 例患者中仅 1 例(例 9)术后发生术区再出血,但无一例出现新发神经功能障碍、颅内感染、超声或内镜相关并发症或不良事件。本组 2 例患者分别于术后 1 周和 1 个月死于急性大面积心肌梗死(例 6)和多系统自身免疫性血管炎(例 2)。

讨 论

自发性脑内血肿是临床十分常见的神经外科

急症,高血压脑出血为其主要病因,其次包括颅内血管畸形破裂、脑血管淀粉样变性出血等^[3],考虑到内镜手术适应证,本研究未纳入颅内动脉瘤或血管畸形出血病例。目前,自发性脑内血肿的外科治疗主要包括传统开颅显微镜下血肿清除术、微创内镜下血肿清除术、立体定向血肿抽吸和置管引流术,上述三种方法各有利弊,传统开颅显微手术的优势是直视下止血效果可靠,对于发生脑疝患者可在血肿清除后剔除骨瓣,做到内外减压;缺点是显露范围大、手术耗时长、创伤大且失血多,尤其是凝血或血小板功能异常者创面止血困难,手术难度和风险明显增加。随着内镜技术的迅速发展,内镜手术以其视野清晰、创伤小、手术时间短和恢复快等特点逐渐在临床普及并推广,本组患者采用高清内镜系统,获得深部血肿腔内清晰立体视野,减少对血肿周围脑组织的牵拉和损伤;同时通过变换镜头度数和观察角度,几乎可以达到无死角观察,从而避免了血肿残留。既往对照研究已经证实,相比于传统开颅显微镜下血肿清除术,内镜手术血肿清除率更高、患者恢复更快且远期预后更佳^[4-6],本组患者术中内镜直视下均无血肿残留。对于凝血或血小板功能异常患者,内镜手术微创优势更加明显,由于皮肤切口、骨瓣和硬脑膜开口均明显小于传统开颅手术,手术创面出血概率降低,同时内镜工作通道通过推开周围脑组织建立手术通道,避免了传统开颅手术中皮质造瘘造成的医源性损伤和失血;圆形工作通道可使周围脑组织受力均匀,避免了显微手术术中脑压板或吸引器不均匀牵拉造成的脑损伤。本组患者术后均无继发脑损伤表现,1 例(例 6)术前凝血功能异常和 1 例(例 2)溶栓后出血患者,结合输入血液制品或重组人凝血酶原复合物、纤维蛋白原等针对性药物治疗及综合措施,术中血肿清除和止

表 1 17 例自发性颅内血肿患者临床资料

Table 1. Clinical data of 17 patients with spontaneous intracerebral hematoma

序号	性别	年龄(岁)	出血原因	血肿部位	手术耗时(h)	超声总耗时(min)	手术前/后血肿量(ml)	血肿清除率(%)	手术前/后KPS评分	住院时间(d)	ICU时间(d)
1	男性	53	高血压	右侧基底节	1.10	16.80	67.93/ 3.62	94.67	10/40	21	8
2	男性	52	溶栓药物诱发	右侧基底节	2.40	20.50	52.21/ 2.01	96.15	20/50	48	12
3	男性	62	高血压	左侧小脑半球	0.90	10.60	18.11/ 1.04	94.26	20/80	28	11
4	男性	54	高血压	右侧基底节	1.20	18.80	34.40/ 1.50	95.64	30/50	13	1
5	男性	64	高血压	右侧基底节	1.00	12.00	31.47/ 0.84	97.33	40/50	14	2
6	男性	83	血小板功能异常	右侧小脑半球	2.90	21.80	16.28/ 0.53	96.74	10/40	19	7
7	男性	74	高血压	左侧丘脑、基底节	3.90	26.50	47.66/ 5.79	87.85	10/20	56	19
8	男性	61	高血压	右侧基底节	2.00	23.30	58.12/ 2.07	96.44	10/20	24	10
9	男性	56	血小板功能异常	右侧颞顶叶皮质下	0.90	10.10	26.09/10.33	60.41	60/80	28	7
10	男性	64	高血压	左侧基底节	2.30	19.70	44.44/ 2.90	93.47	40/50	25	9
11	男性	34	高血压	左侧基底节	2.20	16.60	56.48/ 2.26	96.00	20/40	31	10
12	男性	54	高血压	右侧基底节	1.20	18.20	50.22/ 3.01	94.01	20/40	12	2
13	男性	48	高血压	左侧基底节	1.10	17.90	30.88/ 4.21	86.37	20/40	11	1
14	男性	47	高血压	右侧基底节	0.90	15.60	36.01/ 3.86	89.28	20/40	16	3
15	男性	81	高血压	右侧基底节	1.30	14.10	69.46/11.79	83.03	20/30	54	15
16	男性	47	高血压	左侧基底节	1.10	16.40	41.06/ 5.84	85.78	20/30	29	6
17	男性	31	高血压	左侧基底节	1.60	19.20	44.75/ 4.35	90.28	30/40	27	4

KPS, Karnofsky Performance Status, Karnofsky 功能状态评分; ICU, intensive care unit, 重症监护病房

血过程顺利,术后未发生术区出血。1例(例9)血小板功能异常患者,术前隐瞒长期口服非甾体抗炎药物史,经术中内镜和超声均证实血肿无残留,术中和术后未采取针对性措施,术后CT检查术区仅见少量出血,保守治疗后逐渐吸收。从术者角度评价,传统开颅显微手术对于显微操作要求较高,需要较为娴熟的显微镜操作技巧方能取得良好的手术效果;内镜手术学习曲线更加陡峭,对年轻医师来说更容易掌握,利于普及推广。当然,内镜手术也存在缺陷,如缺乏内镜下双极电凝器械,术中主要依靠单极电凝和压迫止血,因此,严格血肿内操作至关重要,以避免增加医源性损伤。对于脑疝形成患者,内镜手术虽然能够做到血肿快速内减压,但无法做到充分外减压,故未纳入本研究观察范围之内。立体定向血肿抽吸和置管引流也在许多医院广泛开展,虽然操作简单、损伤小,但由于血肿不能早期清除,会继发一系列病理生理损害,不利于患者恢复^[7-8],同时留置引流装置期间可能增加颅内感染和再出血风险^[9-10]。

术前和术中准确定位血肿位置是保证内镜手术成功的关键。本研究团队既往曾经报告采用简易增强现实技术,利用智能手机指导血肿清除的成

功经验^[11-12]。采用术中超声引导同样能够简易、快捷、准确地定位血肿,减少因判断误差和盲目穿刺带来的副损伤,提高手术的安全性和准确性,同时术中超声具有使用方便、成本低廉、可反复使用且不受脑漂移影响等优点,目前已成为十分常用的术中辅助诊断或监测手段,在神经外科各亚专业广泛使用^[13-15]。本组平均每例患者使用超声诊断频次为2.29次,术中超声分辨率完全能够满足临床需要,术中和术后均未发生超声相关并发症。术前根据CT测量血肿与重要体表标志的位置关系,如血肿中心与中线垂直距离,以便设计切口和皮质进入位置,术中根据超声定位和测量结果,指导工作通道穿刺角度和深度,甚至可在超声图像实时引导下将工作通道置入血肿中心位置,通过上述方法,本组17例患者均一次性准确地将内镜工作通道置入血肿中心位置,从而保证了手术的准确性。血肿清除后,再次经超声诊断仪确认血肿有无残留和是否有远隔部位血肿,保证手术万无一失。超声诊断仪的优点毋庸置疑,但也存在不足,如图像解读困难,需要神经外科医师和经验丰富的超声科医师共同参与;血肿清除后的残腔中存留的气体、凝血块及止血材料会影响图像质量。

本组 17 例患者均借助术中超声诊断仪和内镜技术达到满意的手术效果,术中超声定位准确率达到 100%,血肿清除率中位值为 94.01% (87.11, 96.08)%,达到了最大程度地清除血肿和充分减压目的。由于早期解除血肿压迫和阻断了后续可能的病理生理损害,一定程度上缩短了患者康复时间,术后神经功能明显改善;本研究超声总耗时包括准备、术中定位、测量血肿深度和术中反馈血肿清除程度等多次操作的总用时,平均超声总耗时(17.53±4.35)分钟,未明显增加内镜手术时间,术后亦未见超声或内镜相关并发症及不良事件,安全性良好。

本研究的初步经验提示:脑内血肿清除术中超声诊断仪具有操作简便、经济、安全、血肿定位准确等优点,联合内镜技术可以最大程度地清除血肿,改善患者预后。本研究样本量较小且未进行对照研究,超声联合内镜的临床应用价值还有待更大规模的研究加以验证。现阶段,本研究团队正在使用最大径 7 mm 的神经外科专用术中超声探头,更加适合微创手术,相信随着内镜技术及术中超声的不断发展,内镜手术的适应证会不断扩大,效果也会越来越好。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Fedorov A, Beichel R, Kalpathy-Cramer J, Finet J, Fillion-Robin JC, Pujol S, Bauer C, Jennings D, Fennessy F, Sonka M, Buatti J, Aylward S, Miller JV, Pieper S, Kikinis R. 3D slicer as an image computing platform for the quantitative imaging network[J]. Magn Reson Imaging, 2012, 30:1323-1341.
- [2] Xu X, Chen X, Zhang J, Zheng Y, Sun G, Yu X, Xu B. Comparison of the Tada formula with software slicer: precise and low-cost method for volume assessment of intracerebral hematoma[J]. Stroke, 2014, 45:3433-3435.
- [3] Liu M, Wu B, Wang WZ, Lee LM, Zhang SH, Kong LZ. Stroke in China: epidemiology, prevention, and management strategies [J]. Lancet Neurol, 2007, 6:456-464.
- [4] Yi MQ, Zhang ZG. Nerve endoscopic surgery for hypertensive intracerebral hemorrhage[J]. Zhongguo Nei Jing Za Zhi, 2011, 17:856-858.[易明琪, 张志钢. 神经内镜手术治疗高血压脑出血[J]. 中国内镜杂志, 2011, 17:856-858.]
- [5] Xu XH, Chen XL, Liu L, Wu C, Zhang J, Xu BN. Endoscopic surgery with traditional craniotomy in management of hypertensive intracerebral hemorrhage: a comparative study [J]. Jie Fang Jun Yi Xue Yuan Xue Bao, 2015, 36:309-312.[徐兴华, 陈晓雷, 刘磊, 武琛, 张军, 许百男. 高血压脑出血神经内镜手术与传统开颅手术疗效比较[J]. 解放军医学院学报, 2015, 36:309-312.]
- [6] Yin XH, Wang YC, Tang XP, Luo RG, Duan J, Zhang T. Comparative study of neuroendoscopy and microscope in surgical treatment of hypertensive intracerebral hematoma [J]. Chong Qing Yi Xue, 2016, 45:3697-3699.[印晓鸿, 王远传, 唐晓平, 罗仁国, 段劫, 张涛. 神经内镜与显微镜在高血压脑内血肿手术治疗中的对比研究[J]. 重庆医学, 2016, 45:3697-3699.]
- [7] Babi MA, James ML. Peri-hemorrhagic edema and secondary hematoma expansion after intracerebral hemorrhage: from fenchwork to practical aspects[J]. Front Neurol, 2017, 8:4.
- [8] Li Y, Zhang H, Wang X, She L, Yan Z, Zhang N, Du R, Yan K, Xu E, Pang L. Neuroendoscopic surgery versus external ventricular drainage alone or with intraventricular fibrinolysis for intraventricular hemorrhage secondary to spontaneous supratentorial hemorrhage: a systematic review and meta-analysis[J]. PLoS One, 2013, 8:e80599.
- [9] Ramanan M, Shankar A. Minimally invasive surgery for primary supratentorial intracerebral haemorrhage [J]. J Clin Neurosci, 2013, 20:1650-1658.
- [10] Chi FL, Lang TC, Sun SJ, Tang XJ, Xu SY, Zheng HB, Zhao HS. Relationship between different surgical methods, hemorrhage position, hemorrhage volume, surgical timing, and treatment outcome of hypertensive intracerebral hemorrhage [J]. World J Emerg Med, 2014, 5:203-208.
- [11] Hou YZ, Ma LC, Zhu RY, Chen XL. iPhone-assisted augmented reality localization of basal ganglia hypertensive hematoma [J]. World Neurosurg, 2016, 94:480-492.
- [12] Sun GC, Chen XL, Hou YZ, Yu XG, Ma XD, Liu G, Liu L, Zhang JS, Tang H, Zhu RY, Zhou DB, Xu BN. Image-guided endoscopic surgery for spontaneous supratentorial intracerebral hematoma [J]. J Neurosurg, 2017, 127:537-542.
- [13] Hu F, Shao Q, Wang HM, Qiu Y, Jiang Y, Zhou JG, Cen B. Intraoperative ultrasound assistant microneurosurgical operation on intracranial ventricular lesions [J]. Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2014, 30:561-563.[胡飞, 邵强, 王焕明, 邱勇, 蒋泳, 周军格, 岑波. 术中超声引导下显微手术切除脑室内占位性病变[J]. 中华神经外科杂志, 2014, 30:561-563.]
- [14] Li LH, Qin HZ, Hou WH, Wang J, Wang L, Liu X, Duan YY, Gao GD. Intraoperative Sonography - guided, microsurgery for resection of intracranial lesions [J]. Zhongguo Lin Chuang Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2009, 14:93-95.[李立宏, 秦怀洲, 侯卫华, 王佳, 王樑, 刘禧, 段云友, 高国栋. 术中超声引导在显微神经外科手术中的应用[J]. 中国临床神经外科杂志, 2009, 14:93-95.]
- [15] Sadahiro H, Nomura S, Goto H, Sugimoto K, Inamura A, Fujiyama Y, Yamane A, Oku T, Shinoyama M, Suzuki M. Real-time ultrasound - guided endoscopic surgery for putaminal hemorrhage [J]. J Neurosurg, 2015, 123:1151-1155.

(收稿日期:2021-02-20)

(本文编辑:袁云)