

· 论 著 ·

# 应用数字减影血管造影与 B 超判断上肢高压电烧伤患者的血管损伤情况

李利根 柴家科 郭振荣 陈越秀 欧阳忠南 杨红明 贾晓明 鲁晓贺 胡晓娟

**【摘要】 目的** 比较数字减影血管造影(DSA)与 B 超在判断上肢高压电烧伤血管损伤中的作用。**方法** 选择 19 例上肢高压电烧伤患者的尺、桡动脉作为烧伤组,术前应用 DSA 及 B 超检测技术,观察患肢腕部创面及创面近端 5、10、15 cm 处尺、桡动脉的内膜、管壁厚度、管腔内径、血流量以及血栓形成等情况;以 12 位正常人的尺、桡动脉作为对照组。术中结合 DSA 和 B 超检查结果,综合分析并判断尺、桡动脉损伤程度,出现栓塞或管壁坏死者予以切除并进行组织病理学检查。**结果** DSA 检测显示烧伤组患者 14 条尺动脉、11 条桡动脉出现异常,主要变化有栓塞形成、管腔狭窄、血流缓慢等,尺动脉损伤程度重于桡动脉。B 超显示烧伤组 19 条尺动脉和 16 条桡动脉出现异常,主要表现为血管内膜粗糙不平、水肿或脱落,管壁增厚,管腔狭窄或串珠样改变,血流量减少( $P < 0.05 \sim 0.01$ )。其中创缘近端 5 cm 的尺动脉血流量( $31.60 \pm 13.90$ ) ml/min,明显低于对照组( $47.70 \pm 9.60$ ) ml/min( $P < 0.05$ )。术中探查及组织病理学检查结果与 DSA、B 超诊断相符。**结论** 判断上肢高压电烧伤后的血管损伤情况可采用 B 超为主、DSA 为辅的方法,以提高手术探查的精确度。

**【关键词】** 血管造影术,数字减影; 超声检查,多普勒,彩色; 烧伤,电

**Application of digital subtraction angiography and type B ultrasonography in the evaluation of vascular injury in patients with high voltage electrical injury** Li Li-gen, CHAI Jia-ke, GUO Zhen-rong, CHEN Yue-xiu, OUYANG Zhong-nan, YANG Hong-ming, JIA Xiao-ning, LU Xiao-he, HU Xiao-juan. Burn Institute, The 304<sup>th</sup> Hospital of PLA, Beijing 100037, P. R. China

**【Abstract】 Objective** To compare the difference between digital subtraction angiography (DSA) and type B ultrasonography in the evaluation of vascular injury in patients inflicted with high voltage electrical injury. **Methods** Nineteen patients with high voltage electrical injury of upper limbs were enrolled in the study as burn group, and another 12 healthy volunteers as controls. The endovascular membrane, vascular wall thickness, intra-vascular blood flow and endovascular thrombosis formation of ulnar and radial arteries at wound site and in regions 5, 10 and 15 cm proximal to the wounds were examined by DSA and type B ultrasonography and compared with imagings of healthy volunteers as control. The injury degree of the ulnar and radial arteries was examined during operation for evaluation to corroborate with DSA and ultrasonography findings. Necrotic and/or thrombotic vessels were excised and sent for pathomorphological examination. **Results** By DSA images abnormal signs as thrombosis, vascular lumen stenosis and blood flow deceleration were found in 14 ulnar and 11 radial arteries, and the signs were more pronounced in ulnar arteries. By type B ultrasonography, abnormal signs as roughing of tunica intima, swelling or exfoliation, thickening of vascular wall, lumen stenosis, decreased blood flow, even necrosis of vascular wall and thrombosis were identified in 19 ulnar and 16 radial arteries in burn group( $P < 0.05 \sim 0.01$ ). The blood flow in ulnar artery 5cm to the approximal part of the wound edge was obvious lower than that of the control( $31.60 \pm 13.90$  ml/min vs  $47.70 \pm 9.60$  ml/min,  $P < 0.05$ ). **Conclusion** Type B ultrasonography and DSA could be helpful in the evaluation of vascular injury in patients inflicted with high voltage electrical injury.

**【Key words】** Angiography; Digital subtraction; Ultrasonography, Doppler, Color; Burn, Electrical

在高压电烧伤中,患者上肢发病率高于其他部位,且常伴有尺、桡动脉损伤<sup>[1]</sup>。以往的血管造影技术和近年来开展的数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)技术,对判断血管是否狭窄、有无栓塞等起到了一定的作用。但笔者注意到,仅通过 DSA 并不能检测出电烧伤后血管内膜、

管壁的某些微细变化。1998 年 12 月~2003 年 4 月,笔者采用 DSA 和 B 超技术对上肢高压电烧伤患者尺、桡动脉的损伤程度进行了对比研究。

## 资 料 与 方 法

1. 临床资料及分组:10~100 kV 高压电烧伤患者 14 例,其中男 11 例、女 3 例,年龄 23~54 岁 [(31.4 ± 11.6) 岁]。共有 19 个上肢被烧伤,面积 1%~4% [(1.6 ± 0.6)%] TBSA,均为 III 度。以上患者作为烧伤组;同时选择 12 位健康志愿者作为对

作者单位:100037 北京,解放军第三〇四医院全军烧伤研究所(李利根、柴家科、郭振荣、杨红明、贾晓明),B 超室(陈越秀、胡晓娟),放射科(鲁晓贺、欧阳忠南)

照组。

2. 术前检测:术前(伤后 3~7 d)对烧伤组患者的血管损伤情况进行检查,共查尺、桡动脉各 19 条。

(1)DSA:采用美国通用电气公司 Advantx LCV plus 型血管造影机进行。经与患肢同侧的股动脉穿刺,采用 Seldinger 技术,插入 5F 多用途导管,分别超选择性插入肱动脉,以 4 ml/s 的流量注入 10 ml 血管造影剂安射力-350,分段摄取上肢的 DSA 影像。  
(2)B 超:采用美国惠普公司 HP-IPHX 型高分辨率超宽频彩色多普勒超声仪。将烧伤组患肢分为腕部创面处及创缘近端 5、10、15 cm 4 部分,分别探查各段尺、桡动脉的管壁厚度、管腔直径、血流量、血栓形成等,与对照组 12 条尺、桡动脉相应指标进行比较。

3. 术中探查:根据术前 DSA 和 B 超检查结果,于手术中探查烧伤组患者血管损伤的范围和程度,将已栓塞的尺、桡动脉予以切除。

4. 组织病理学检查:术中取经 DSA 和 B 超诊断有血栓形成且色泽晦暗的 3 条尺动脉、1 条桡动脉,进行组织病理学检查,行 HE 染色。

5. 统计学处理:数据以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用 SPSS 10.0 统计软件包行 *t* 检验及方差分析。

**结 果**

1. DSA 检查:烧伤组 19 条受测患肢中,14 条尺

动脉、11 条桡动脉出现异常,主要表现为血栓形成或栓塞、串珠状改变、管腔狭窄、肌支减少(图 1)、血流缓慢等,尺动脉损伤程度重于桡动脉。其余尺、桡动脉未见明显异常。

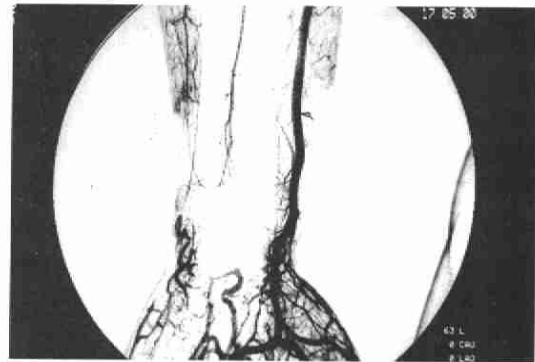


图 1 数字减影血管造影显示烧伤组患者尺、桡动脉血管多处狭窄,肌支减少

Fig 1 Stenosis and less branch be shown by DSA in ulnar and radial artery

2. B 超检查:对照组尺、桡动脉内膜光滑完整,管壁厚度均匀,管腔平滑,各段血流量高于烧伤组。烧伤组 19 条尺动脉和 16 条桡动脉均出现异常变化,主要表现为血管内膜粗糙不平、水肿增厚或内膜脱落,管腔狭窄或局部扩张,血流量降低(图 2、3),明显者可见串珠样改变;管壁增厚,其中腕部创面和创缘近端 5 cm 处管壁厚度高出对照组 1 倍多( $P < 0.01$ );严重者血栓形成,管壁坏死。见表 1、2。

表 1 B 超检测上肢高压电烧伤患者尺动脉管壁厚度、管腔直径和血流量的变化( $\bar{x} \pm s$ )

Tab 1 The changes in the vessel wall thickness, diameter and volume of blood flow in ulnar arteries after high voltage electrical injuries( $\bar{x} \pm s$ )

组别	动脉数(条)	腕部创面	创缘近端 5 cm	创缘近端 10 cm	创缘近端 15 cm
对照组	12				
	管壁厚度(cm)	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.05 ± 0.01
	管腔直径(cm)	0.19 ± 0.03	0.21 ± 0.03	0.23 ± 0.03	0.25 ± 0.22
	血流量(ml/min)	31.50 ± 11.10	47.70 ± 9.60	60.70 ± 12.30	63.70 ± 7.40
烧伤组	19				
	管壁厚度(cm)	0.08 ± 0.02**	0.09 ± 0.02**	0.09 ± 0.02**	0.07 ± 0.02
	管腔直径(cm)	0.15 ± 0.05*	0.15 ± 0.04**	0.19 ± 0.05**	0.23 ± 0.07
	血流量(ml/min)	31.30 ± 15.60	31.60 ± 13.90*	46.70 ± 15.80*	63.00 ± 16.30

注:与对照组比较,\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$

表 2 B 超检测上肢高压电烧伤患者桡动脉管壁厚度、管腔直径和血流量的变化( $\bar{x} \pm s$ )

Tab 2 The changes in the vessel wall thickness, diameter and volume of blood flow in radial arteries after high voltage electrical injuries( $\bar{x} \pm s$ )

组别	动脉数(条)	腕部创面	创缘近端 5 cm	创缘近端 10 cm	创缘近端 15 cm
对照组	12				
	管壁厚度(cm)	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.06 ± 0.01
	管腔直径(cm)	0.16 ± 0.04	0.20 ± 0.02	0.26 ± 0.03	0.28 ± 0.22
	血流量(ml/min)	42.90 ± 19.60	50.60 ± 11.60	68.70 ± 8.40	67.10 ± 7.40
烧伤组	19				
	管壁厚度(cm)	0.09 ± 0.03**	0.09 ± 0.02**	0.08 ± 0.02*	0.07 ± 0.02
	管腔直径(cm)	0.18 ± 0.01	0.16 ± 0.04*	0.18 ± 0.05**	0.22 ± 0.05**
	血流量(ml/min)	45.70 ± 8.40	43.80 ± 13.10*	51.60 ± 13.80*	65.70 ± 20.70*

注:与对照组比较,\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$

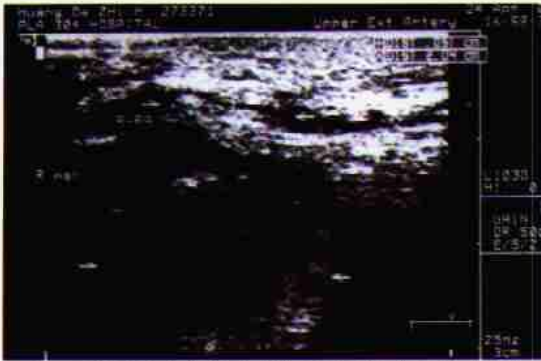


图2 B超显示烧伤组患者腕部创面处桡动脉内膜水肿,管腔狭窄  
Fig 2 Endomembrane edema and vascular stenosis of the radial artery in the wound in burn patients under type B ultrasonography



图3 B超显示烧伤组患者腕部创面处桡动脉创面部管腔狭窄,血流量减少  
Fig 3 Vascular stenosis and decreased blood flow in the wrist wound of burn patients were revealed by type B ultrasonography

3. 术中探查: DSA 显示烧伤组患肢尺、桡动脉多处狭窄,肌支减少, B 超显示腕部创面处桡动脉内膜水肿,管腔狭窄,血流减少,术中探查见该处肌肉大部分坏死。DSA 和 B 超显示腕部创面处尺动脉管腔狭窄,血栓形成,管壁坏死,术中探查得到进一步证实(图4);而 B 超显示仅有内膜粗糙、水肿或未见异常的部位,术中探查见血管外观正常。

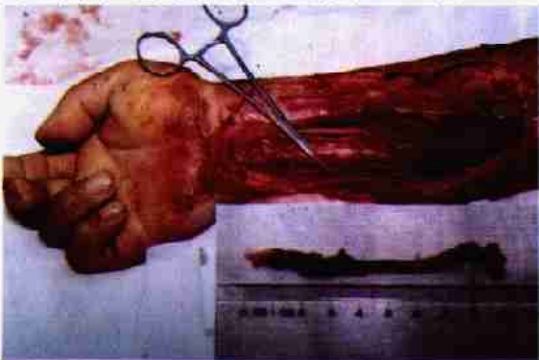


图4 术中见烧伤组患者腕部创面处尺动脉血栓形成,管壁坏死  
Fig 4 Thrombosis and necrotic wall in ulnar artery could be identified in the wrist wound during operation

4. 组织病理学检查:镜下可见所观察的 3 条尺动脉、1 条桡动脉均有内膜脱落、局部管壁平滑肌环

死和中性粒细胞浸润,管腔中有由纤维素条索和凝固红细胞构成的血栓(图5),证实了 DSA 和 B 超的诊断结果。

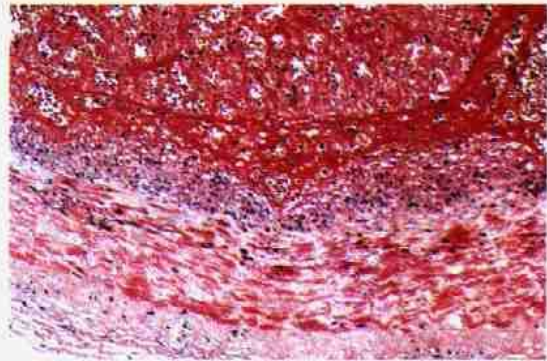


图5 烧伤组患者腕部创面处尺动脉有血栓形成,局部管壁呈凝固性坏死 HE x40  
Fig 5 There exhibited thrombosis in the ulnar artery in the wrist wound with focal coagulation necrosis in the vascular wall in burn patients HE x40

### 讨 论

以往对血管损伤的判断多采用血管造影的方法,对严重损伤的诊断起了一定作用<sup>[2,3]</sup>。近年来开展的 DSA 技术可对图像进行数字化处理,诊断血管损伤更加方便。本研究中,烧伤组患者经 DSA 检测有 14 条尺动脉和 11 条桡动脉出现异常,表现为:血管栓塞、管腔狭窄、肌支减少、串珠样改变、血流缓慢等,其中尺动脉损伤程度重于桡动脉,范围也更广,其机制尚不明确。

高压电烧伤后坏死肌肉常呈“夹心”样,术中探查往往不易察觉,DSA 检查结果可作为术中探查和清除坏死组织的客观依据,以提高手术探查的准确性,减少盲目操作造成的组织损伤。本组病例经 DSA 诊断为肌支减少的部位,术中探查可见肌肉大部分坏死;经 DSA 诊断为栓塞的 4 条尺动脉和 1 条桡动脉,术中探查可见血栓形成和管壁血运不良,其中 4 条经组织病理学检查得到进一步证实。由此表明,DSA 对血管损伤的诊断起到了一定的提示作用,特别是在显示血管的整体性和连续性方面具有一定的优势。但同时应注意到 DSA 对血管损伤的诊断还不够精细,不能显示血管内膜、管壁厚度等细微变化,因此 DSA 检查无异常时尚不能完全排除血管损伤的可能性。近年来笔者单位利用 B 超技术判断血管损伤弥补了 DSA 的不足<sup>[4]</sup>。B 超对血管损伤的检测有如下特点:(1)阳性检出率高于 DSA。B 超结果显示,烧伤组患者的 19 条尺动脉和 16 条桡动脉均出现内膜损伤,提示 B 超分辨率较高,能直观显示血管的局部变化。(2)能够精细、直观地

显示血管内膜的变化,如内膜水肿增厚、粗糙不平或脱落等。(3)可显示血管壁厚度增加、管腔狭窄及血流量降低(本研究中以腕部创面及创缘近端 5 cm 处最明显)等变化,提示这些部位血管损伤较重,而管壁增厚、管腔狭窄可能与血管中、内膜水肿有关。(4)根据 B 超所显示的血栓所在部位,术中能准确探查到栓塞和坏死血管,而 B 超检查呈正常或仅内膜发生变化的部位,术中探查未见异常。笔者应用 B 超共检测出烧伤患者有 5 条尺动脉、1 条桡动脉出现栓塞,术中探查得到证实;4 条局部损伤严重的尺、桡动脉予以切除并行组织病理学检查,结果显示为内皮细胞脱落、局部管壁平滑肌坏死、中性粒细胞浸润,管腔见由纤维素条索和凝固红细胞构成的血栓。因此,根据术前 B 超检查结果重点探查有血栓形成和管壁坏死的部位,可提高手术探查的准确性。(5)尺动脉损伤重于桡动脉,这点与 DSA 的诊断一致。(6)血管损伤以腕部创面处最严重,创缘近端 10~15 cm 处接近正常,这可为血管吻合提供可靠的临床依据。

手术探查和组织病理学检查进一步证实了 DSA 与 B 超判断电烧伤血管损伤的可靠性,且各有特点和优势——DSA 能够从整体上连续性地显示血管的分布和大体形态,但不够精细;B 超则能够直观显示内膜的变化,精确测量管壁厚度、管径和血流量,显示血栓形成的部位和大小,为手术探查提供可靠依据,且操作简单、无创,但缺乏整体性和连续性。因此对上肢电烧伤血管损伤部位的判断,可采用以 B 超为主、DSA 为辅的方法进行。

#### 参 考 文 献

- 1 柴家科,李利根,陈宝驹,等.特殊毁损性创面的修复与重建.中国修复重建外科杂志,2001,15:299-302.
- 2 Vedung S, Arturson G, Vadin K, et al. Angiographic findings and need for amputation in high tension electrical injuries. Scand J Plast Reconstr Hand Surg, 1990,24:225-231.
- 3 闫东,范承经,袁曙光,等.高压电击伤后的动脉造影改变.中华整形烧伤外科杂志,1999,15:371-372.
- 4 陈越秀,徐颖,郭振荣,等.超声检测技术在深度电烧伤诊断中的应用.中华烧伤杂志,2003,19:38-41.

(收稿日期:2003-07-18)

(本文编辑:莫 愚 罗 勤)

#### · 病例报告 ·

### 救治电击伤合并气性坏疽三例

于杰

例 1 男,23 岁。工作时不慎被 1 kV 高压电击伤左大腿外侧,伤后 30 min 送往当地医院救治,患者意识清楚,左下肢活动受限。伤后 5 h 见患肢高度肿胀,皮肤呈苍白色,立即行切开减压术,患者躁动不安,随即意识不清,于伤后 24 h 收入笔者单位。诊断:烧伤总面积 3% TBSA,Ⅲ度。入院后患者仍意识不清,高热,给予补液及大量抗生素静脉输注,同时输入甲硝唑溶液,先后输入血浆 2200 ml。次日晨患者出现谵语,局部可触及捻发音,并闻及恶臭味,创口肌肉坏死脱落,直接涂片检出产气荚膜杆菌。患者于入院后 2 d 死亡。

例 2 男,19 岁。在抢救森林火灾时,不慎被高压电击伤,伤后 20 h 收入笔者单位,入院前已行左下肢截肢及膀胱造瘘术。入院时患者意识不清,谵语,血压正常。诊断:烧伤总面积 27%,其中深Ⅱ度 24%,Ⅲ度 3% TBSA。创面分布于四肢、腹部及会阴部,并有腹直肌外露,阴茎海绵体缺损。截肢断面肌肉失去弹性,无光泽,呈熟肉状,恶臭伴气泡逸出,直接涂片检出产气荚膜杆菌,立即再次行截肢手术并暴露创面。截肢后患者持续高热,9 d 内 2 次血培养均为金黄色葡萄球菌,凝固酶试验阳性。选用敏感抗生素,均无明显疗效,改用头孢哌酮钠,同时创面用双氧水冲洗,1 次/d,患者病情

逐渐稳定,再次行血培养检查,未见细菌生长。住院 5 个月患者痊愈出院。

例 3 男,28 岁。在高压电作业时被电击伤后坠地昏迷,经当地医院抢救 2 d 后,转入笔者单位。诊断:烧伤总面积 3% TBSA,Ⅲ度。入院查体:一般情况好,生命体征平稳。左颈及左臀部创面肌肉断端外露,左臀部创面有臭味,无捻发音。入院后第 2 天直接涂片,检出革兰阳性杆菌,形似产气荚膜杆菌,立即予彻底清创,并反复用双氧水冲洗,同时肌肉注射气性坏疽抗毒素 3 万 U。经大剂量抗生素、甲硝唑等综合治疗,3 个月后患者痊愈出院。

讨论 气性坏疽来势凶险,病情危重,死亡率较高,本组 3 例患者均有意识改变,重者出现谵语、昏迷。例 1 入院后虽经积极抢救,但因长途运送延误治疗时间,入院 48 h 患者死亡。气性坏疽因产生气体,致组织内压力与张力均增高,故伴有剧烈胀痛。如患者有深部组织损伤,尤其肌肉较多部位损伤者应高度警惕,密切观察创面情况,出现腐肉样改变、恶臭、气泡逸出或捻发音时,应考虑可能为气性坏疽,及时行涂片检查,争取抢救时间。另外早期行 X 线检查可较早观察到组织内气体,为早期诊断提供依据。

(收稿日期:2003-02-17)

(本文编辑:张 红)

作者单位:130021 长春,吉林省人民医院烧伤科