

文章编号:1000-5404(2013)10-1009-05

论著

氩离子凝固术治疗食管病变的安全性研究

康秀峰¹,刘培君²,袁月¹,王志中¹,代剑华¹,彭贵勇¹ (400038 重庆,第三军医大学西南医院全军消化病研究所¹; 741000 甘肃天水,天水市第一人民医院心内科²)

[摘要] 目的 研究氩离子凝固器不同输出参数对活体犬食管损伤的影响,探讨氩离子凝固术(argon plasma coagulation, APC)治疗食管疾病的安全范围。方法 ①采用氩离子凝固器,通过选择不同的输出功率(50、60、70、80 W)、氩气流量(1.6、2.0、2.4 L/min)及作用时间(2、4 s),对3只活体犬食管黏膜进行凝固,切片HE染色,光学显微镜下观察组织损伤深度。②固定氩气流量(2.0 L/min)与作用时间(3 s),选择不同输出功率(50、60、70、80、90、100 W),对2只活体犬食管黏膜切片进行HE染色,光学显微镜下观察组织损伤深度。③将8只活体犬分为2组,采用60 W(2 L、3 s)与70 W(2 L、3 s)输出参数对2组犬食管黏膜(距门齿40 cm处)进行环形烧灼,第2、4周时用胃镜与超声胃镜观察黏膜瘢痕增生及食管狭窄情况。结果 ①APC输出功率、氩气流量及持续作用时间与食管组织损伤深度之间均存在正相关关系,其中功率变化对损伤深度的影响最大;②氩气流量及作用时间固定的条件下,功率增加,食管组织损伤深度相应增加,在70~90 W内,功率变化而组织损伤变化不显著;③APC输出参数为60、70 W(2 L、3 s)作用于犬食管黏膜,第2、4周时观察,70 W(2 L、3 s)作用后均显示食管损伤部位瘢痕增生,管腔狭窄而60 W(2 L、3 s)作用后瘢痕增生,管腔狭窄均不明显。结论 通过选择合适的APC输出参数,可控制食管损伤程度,当输出功率≤60 W时可有效预防APC术后食管狭窄等并发症的发生。

[关键词] 氩离子凝固术;食管损伤;并发症预防

[中图分类号] R571.05;R616;R916.3

[文献标志码] A

Safety on argon plasma coagulation in treatment of esophageal lesions

Kang Xiufeng¹, Liu Peijun², Yuan Yue¹, Wang Zhizhong¹, Dai Jianhua¹, Peng Guiyong¹ (¹Institute of Gastroenterology, Southwest Hospital, Third Military Medical University, Chongqing, 400038; ²Department of Cardiology, First People's Hospital of Tianshui, Tianshui, Gansu Province, 741000, China)

[Abstract] **Objective** To explore the effect of different output parameters of argon plasma coagulation (APC) equipment on esophageal injury in dogs, and to investigate the safe range of APC treatment for esophageal diseases. **Methods** (1) Esophageal mucosa of three dogs was solidified with APC using different output power (50, 60, 70 and 80 W), argon flow (1.6, 2.0 and 2.4 L/min) and acting time (2 and 4 s). After slicing and HE staining, the depth of tissue damage was observed with an optical microscope. (2) Esophageal mucosa of two dogs was solidified with APC using argon flow of 2.0 L/min, acting time of 3 s and different output power (50, 60, 70, 80, 90 and 100 W). After slicing and HE staining, the depth of tissue damage was observed with an optical microscope. (3) Eight dogs were randomly divided into two groups. The esophageal mucosa at forty centimeters away from the incisor was annularly burned with APC using output power of 60 and 70 W. The mucosal scar formation and esophageal stenosis was observed by gastroscopy and ultrasound gastroscopy after 2 and 4 weeks. **Results** The depth of esophageal tissue damage was positively correlated with the APC output power, argon flow and acting time. The output power had the greatest effect on the depth of damage. In condition of fixed argon flow and acting time, pathological score of esophageal tissue damage increased with the rise of power. Within the range of 70 to 90 W, the variation of tissue injury was not significant. After 2 and 4 weeks, the scar formation and esophageal stenosis in esophageal injury site was observed with the APC output parameter of 70 W (2 L, 3 s). However, the scar formation and esophageal stenosis was not obvious with the APC output parameter of 60 W (2 L, 3 s). **Conclusion** By selecting the appropriate APC output

[基金项目] 国家自然科学基金(81070384)

[通信作者] 彭贵勇,电话:(023)68765185,E-mail:pgy63@163.com

[优先出版] <http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20130305.1420.010.html>(2013-03-05)

parameters, we could control the degree of esophageal injury. The output power of 60 W or less can effectively prevent the occurrence of complications such as APC postoperative esophageal stenosis.

[**Key words**] argon plasma coagulation; esophageal injury; prevention of complications

Supported by the National Natural Science Foundation of China (81070384). Corresponding author: Peng Guiyong, Tel: 86-23-68765185, E-mail: pgy63@163.com

食管疾病在临床上并不少见,氩离子凝固术(argon plasma coagulation, APC)是一种非接触性、以透热疗法为基础的治疗技术,1991年由德国医生Grund等^[1]首次将APC应用于内镜下治疗,并取得了满意的效果。其具有操作简便,定位准确,作用参数可调控,直视易观察等特点。近年来广泛用于治疗消化道增生性病灶。临床上发现采用APC一次性治疗食管全周型病灶后,常可造成食管狭窄,但对这一现象的研究并不多。目前,在治疗中多凭借经验来预防并发症的发生。在应用APC治疗食管病变的报道中^[2-4],多强调输出功率应调为60 W或60 W以下,樊超强等^[5]在应用APC治疗上消化道出血时,亦将功率控制在70 W以下,但均未给出相应的依据。因此,寻找APC造成食管狭窄和瘢痕增生的根本原因及有效解决方法,以降低APC治疗后食管狭窄风险,显得尤为重要。本研究以家犬为实验动物,研究APC不同输出功率、氩气流量及作用时间与食管损伤程度、食管组织损伤与瘢痕增生及食管狭窄之间的关系,为APC临床安全操作提供实验依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

1.1.1 实验动物 成年健康犬13只,雌雄不限,体质量15~20 kg,由第三军医大学实验动物中心提供,术后流质饮食,饲养于第三军医大学实验动物中心实验犬饲养室。

1.1.2 器材 GIF-260电子内镜(日本),GIFUM-2000型超声电子胃镜(日本),UM-2R、UM-3R超声小探头(日本),APC300/ICC200EA型氩离子凝固器(德国ERBE公司),OLYMPUS CX21型生物显微镜。

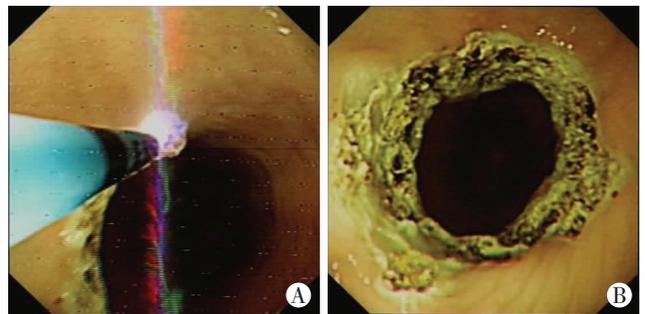
1.2 方 法

1.2.1 不同氩气流量、输出功率及作用时间与食管损伤深度之间的关系 3只实验犬术前禁食12 h,禁水6 h。术前30 min肌内注射阿托品10 mg,3%戊巴比妥钠(30 mg/kg)静脉注射麻醉至深昏迷,GIF-260胃镜进至距门齿40 cm处,氩气刀探头距离食管黏膜2 mm。氩气流量分别设置为1.6、2.0、2.4 L/min。输出功率分别设置为50、60、70、80 W,每次持续凝固时间2、4 s,使黏膜形成圆形损伤。由下至上每个变量组合分别取3个点,各点间距0.5 cm,每个功率间距1 cm。凝固完成后注射处死实验犬,逐层解剖,暴露食管,纵向剪开食管,充分暴露食管黏膜,切下氩气刀处理后食管壁,用锋利手术刀片切成5 mm×5 mm大小标本,立即用2%甲醛溶液固定1周。

所取组织蜡块包埋,以5 μm/片切片,然后HE染色,光学显微镜观察组织学改变,选取损伤最深的切片为该损伤部位的损伤深度进行记分^[6]。组织损伤评分标准如下:1分,仅累及上皮层;2分,累及黏膜肌层;3分,累及黏膜下层;4分,累及固有肌浅层;5分,累及固有肌深层;6分,穿透全层。超高倍显微镜观察APC损伤后的黏膜变化。

1.2.2 输出功率变化对食管损伤深度的影响 2只实验犬全麻后用GIF-260胃镜进至距门齿40 cm处,氩气刀探头距离食管黏2 mm。氩气流量设置为2.0 L/min,输出功率分别设置为50、60、70、80、90、100 W,每次持续凝固时间3 s,使黏膜形成圆形损伤(方法同前)由下至上每个变量分别取10个点,各点间距0.5 cm,每个功率间距1 cm。光学显微镜观察组织学改变及损伤深度(组织损伤评分标准同前)。

1.2.3 不同输出功率对犬食管黏膜进行环形灼伤后食管黏膜瘢痕增生及食管狭窄的影响 取8只健康成年犬分为2组,每组4只。全麻后用XQ260胃镜推进至距门齿40 cm处,探头距离食管黏膜2 mm,氩气流量设定为2.0 L/min,作用持续时间3 s/次。分别以60 W及70 W输出功率对2组实验犬食管进行环形灼烧(图1),术后流质饮食。第2周、第4周观察灼烧处食管黏膜瘢痕增生及食管狭窄情况。采用双钳道内镜结合超声微探头进行超声内镜检查。将超声微探头从1个钳道插入至疤痕及狭窄处,从另一钳道持续注水以保持狭窄段食管充分扩张,行超声检查,固定图像后用超声内镜测量尺测量狭窄段食管腔最大直径及管壁最大厚度。



A:使用APC对犬食管进行环形灼烧;B:APC对犬食管环形灼烧后胃镜下表现

图1 胃镜下观察APC对犬食管进行环形灼烧情况

1.3 统计学分析

所有数据均用SPSS 18.0统计软件分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。多样本评分数据转换秩次后,各组多重比较采用非参数单变量(Univariate)分析,方差齐行LSD检验,不齐行Dunnnett T3检验。

表1 APC不同输出参数致食管损伤病理评分的构成比

流量(L/min)	功率时间(s)	50 W			60W			70 W			80 W		
		0~2分	3分	4分	0~2分	3分	4分	0~2分	3分	4分	0~2分	3分	4分
1.6	2	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	1.00 ^a	0.00
	4	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.44	0.56 ^a	0.00	0.00	0.78 ^a	0.22 ^a
2.0	2	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.67	0.33	0.00	0.44	0.56 ^a	0.00
	4	0.89	0.11	0.00	0.67	0.33	0.00	0.22	0.78 ^a	0.00	0.00	0.11 ^a	0.89 ^a
2.4	2	1.00	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.22 ^a	0.78 ^a
	4	1.00	0.00	0.00	0.22	0.78 ^a	0.00	0.22	0.78 ^a	0.00	0.00	0.22 ^a	0.78 ^a

a:损伤达黏膜下及浅肌层

2 结果

2.1 APC不同功率、流量及时间对食管损伤病理评分的影响

2.1.1 APC不同输出参数对食管损伤病理评分构成比的影响
从频数分布表(表1)中可以看出,APC输出参数为:(60 W, 2.4 L, 4 s)、(70 W, 4 s) 3个不同流量组及(80 W) 6个不同时间与流量组,共计10组标本,食管病理评分均达到3~4分(黏膜下及浅肌层),各组病理评分达3~4分者比例均超过该组的50%。提示:输出功率为60W或以下时,损伤很难达黏膜下层,输出功率为70 W或以上时,绝大部分损伤可达黏膜下层及浅肌层。

2.1.2 APC不同输出参数对食管损伤的影响
根据表2可以看出,当作用时间及氩气流量固定时,随着输出功率的增加,损伤程度明显加深;当输出功率及作用时间固定时,随着氩气流量的增加,损伤深度随之加大;当输出功率及氩气流量不变时,随着作用时间的延长,损伤程度亦随之加大。但从结果看,输出功率对食管损伤的影响最为明显。当输出功率在50 W时,增大氩气流量、延长作用时间,损伤深度主要集中在黏膜肌以上(含黏膜肌层);当输出功率在60 W时,增大氩气流量、延长作用时间,损伤深度由上皮增大至黏膜下,但主要集中在黏膜肌层;当输出功率在70 W时,增大氩气流量、延长作用时间,损伤深度主要集中在黏膜肌和黏膜下,当输出功率在80 W时,增大氩气流量、延长作用时间,损伤深度主要集中在黏膜下和固有肌浅层。当输出功率在50~70 W变化时,随着输出功率的增大、作用时间的延长及氩气流量的增大,损伤深度随之加大,而当功率达到70~80 W时,损伤深度与作用时间及氩气流量及输出功率不成正比关系。

表2 APC不同输出参数对食管损伤的影响 (n=9, $\bar{x} \pm s$)

流量(L/min)	时间(s)	食道黏膜损伤病理评分(平均秩次)			
		50 W	60 W	70 W	80 W
1.6	2	24.83 ± 15.25	24.83 ± 15.25	109.28 ± 29.32 ^{ab}	161.00 ± 0.00 ^{ab}
	4	35.00 ± 0.00	35.00 ± 0.00	131.44 ± 35.05	170.89 ± 19.62
2.0	2	28.22 ± 13.45 ^a	74.67 ± 29.75 ^{ab}	116.68 ± 33.25 ^{ab}	131.44 ± 35.05 ^{ab}
	4	68.83 ± 44.99	110.06 ± 42.76 ^b	146.22 ± 29.32 ^b	200.56 ± 14.83 ^b
2.4	2	61.44 ± 31.36	109.28 ± 29.32 ^{ab}	109.28 ± 29.32 ^{ab}	185.72 ± 23.45 ^b
	4	81.28 ± 26.24	146.22 ± 29.32 ^b	146.22 ± 29.32	195.61 ± 19.62 ^b

a: P < 0.05, 相同功率、时间组间比较; b: P < 0.05, 相同流量、时间组间比较

2.2 氩气流量及作用时间固定条件下不同功率对食管病理损伤的作用

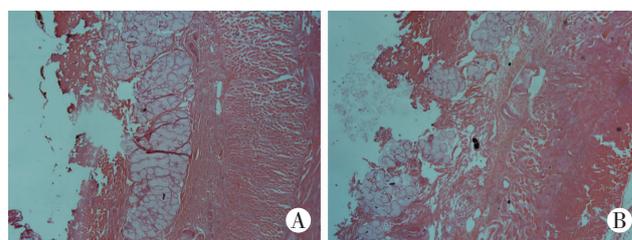
2.2.1 APC不同输出功率对食管损伤病理评分构成比的影响

表3显示:氩气流量固定在2.0 L/min,作用时间3 s的情况下,将输出功率由50 W逐渐增加至100 W对食管进行烧灼,切片后统计发现:当输出功率为50、60 W时损伤深度主要集中在上皮层与黏膜肌层(100%,图2A);70 W时主要累及黏膜下(78.9%,图2B)与固有肌浅层(21.1%);80 W时主要累及固有肌浅层(57.9%)与黏膜下层(42.1%);90 W时主要累及固有肌浅层(68.4%)与黏膜下层(31.6%);100 W时主要累及固有肌浅层(68.4%)与固有肌深层(31.6%)。表明输出功率与食管损伤深度存在明显对应关系。

表3 APC不同输出功率致食管损伤病理评分的构成比

功率	0~2分	3分	4分	5分
50 W, 3 s, 2.0 L/min	19(100%)	0	0	0
60 W, 3 s, 2.0 L/min	19(100%)	0	0	0
70 W, 3 s, 2.0 L/min	0	15(78.9%)	4(21.1%)	0
80 W, 3 s, 2.0 L/min	0	8(42.1%)	11(57.9%)	0
90 W, 3 s, 2.0 L/min	0	6(31.6%)	13(68.4%)	0
100 W, 3 s, 2.0 L/min	0	0	13(68.4%)	6(31.6%)

由于在切取标本时有一个灼烧点损坏,为统计方便,每个功率组均取19个点切片



A: 60 W, 3 s, 2.0 L/min; B: 70 W, 3 s, 2.0 L/min

图2 APC不同功率灼烧点组织病理变化 (HE × 200)

2.2.2 APC不同输出功率对食管损伤的影响

不同功率分组之间,病理评分数据秩次转换后单变量(Univariate)分析,方差齐性检验: $F = 16.125, P = 0.000$,方差不齐;各组多重比较选用Dunnett T3检验,结果显示:与50 W组比较,其他各组病理评分变化均有统计学意义($P < 0.05, P < 0.01$)。与70 W组比较,除80 W组以外,其他各组病理评分变化均有统计学意义

($P < 0.05, P < 0.01$)。与80 W组比较,除70 W与90 W组以外,其他各组病理评分变化均有统计学意义($P < 0.05, P < 0.01$)。根据表4可以发现,当输出功率从50~70 W变化时,随着输出功率增加,损伤深度随之增大;从70~90 W,随着输出功率增加,损伤深度亦随之增加,但增加的趋势并不明显;当输出功率从90 W增至100 W,损伤深度增速再次增大。

表4 APC不同输出功率对食管损伤的影响($n=19, \bar{x} \pm s$)

功率	食道黏膜损伤病理评分(平均秩次)
50 W, 3 s, 2.0 L/min	15.00 ± 9.64 ^{df}
60 W, 3 s, 2.0 L/min	24.00 ± 5.99 ^{adf}
70 W, 3 s, 2.0 L/min	60.37 ± 14.66 ^b
80 W, 3 s, 2.0 L/min	73.26 ± 17.75 ^b
90 W, 3 s, 2.0 L/min	76.95 ± 16.71 ^{bc}
100 W, 3 s, 2.0 L/min	95.50 ± 30.79 ^{bde}

a: $P < 0.05, b: P < 0.01$, 与50 W比较; c: $P < 0.05, d: P < 0.01$, 与70 W比较; e: $P < 0.05, f: P < 0.01$, 与80 W比较; 切取标本时有一灼烧点损坏,为统计方便,每个功率组均取19个点切片

2.3 实验犬食管黏膜修复情况

60 W及70 W功率处理8只实验犬2周后,胃镜观察见图3:60 W组食管黏膜充血,表面黏膜有轻度增生;70 W组食管黏膜充血,水肿,糜烂,表面黏膜增生,食管狭窄。4周后60 W组食管黏膜充血较2周前明显减轻,黏膜表面可见少量白色瘢痕;70 W组黏膜瘢痕增生更为明显,表面有轻度糜烂,管腔明显狭窄。超声胃镜测食管壁厚度与食管腔最大内径结果:与处理前相比较,60 W组2、4周后管壁厚度与最大管腔内径变

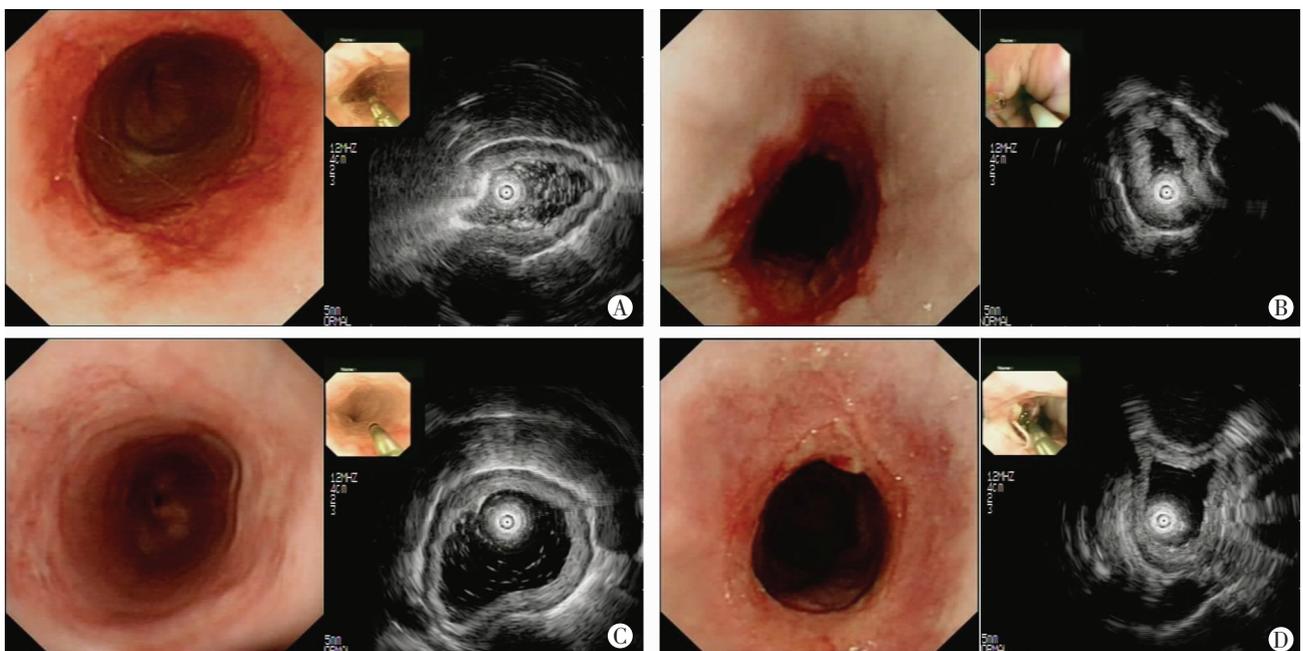
化均不明显($P > 0.05$)。70 W组2、4周后最大管腔内径较处理前明显变小($P < 0.05$),食管壁厚度较处理前明显增加($P < 0.05$);与60 W组相比较,70 W组2、4周后管壁厚度增加明显($P < 0.05$),管腔内径明显变小($P < 0.05$)(表5、6)。与2周第2周比较,各组4周后管壁厚度与最大管腔内径变化均不明显($P > 0.05$)。70 W组4只实验犬4周后出现哽噎症状,60 W组4只实验犬均未出现明显哽噎症状。

表5 超声胃镜测APC处理前后最大食管腔内径($\bar{x} \pm s$)

组别	最大管腔内径	t值	P值
处理前-60 W组第2周	1.250 ± 3.304	0.757	0.504
处理前-60 W组第4周	2.250 ± 2.363	1.904	0.153
处理前-70 W组第2周	8.500 ± 4.203	4.045	0.027
处理前-70 W组第4周	13.000 ± 1.826	14.241	0.001
60 W组第2周-60 W组第4周	1.000 ± 1.826	1.095	0.353
60 W组第2周-70 W组第2周	7.250 ± 1.708	8.490	0.003
60 W组第4周-70 W组第4周	10.750 ± 3.304	6.507	0.007
70 W组第2周-70 W组第4周	4.500 ± 5.447	1.652	0.197

表6 超声胃镜测APC处理前后食管壁厚度($\bar{x} \pm s$)

组别	管壁厚度($\bar{x} \pm s$)	t值	P值
处理前-60 W组第2周	0.500 ± 0.577	-1.732	0.182
处理前-60 W组第4周	0.500 ± 1.291	-0.775	0.495
处理前-70 W组第2周	2.500 ± 1.291	-3.873	0.030
处理前-70 W组第4周	2.750 ± 0.957	-5.745	0.010
60 W组第4周-60 W组第2周	0.000 ± 0.817	0.000	1.000
70 W组第2周-60 W组第2周	2.000 ± 1.155	-3.464	0.041
70 W组第4周-60 W组第4周	2.250 ± 0.957	-4.700	0.018
70 W组第4周-70 W组第2周	0.250 ± 0.500	-1.000	0.391



A:胃镜(左)与超声胃镜(右)观察60 W组2周;B:胃镜(左)与超声胃镜(右)观察70 W组2周;C:胃镜(左)与超声胃镜(右)观察60 W组4周;D:胃镜(左)与超声胃镜(右)观察70 W组4周

图3 胃镜及超声胃镜观察不同输出功率对犬食管进行APC术后第2、4周食管修复情况

3 讨论

本次实验初步探索了 APC 输出功率、氩气流量、作用时间与食管损伤深度之间的关系,以及食管损伤深度与黏膜疤痕增生及狭窄之间的关系。为在临床应用 APC 治疗食管全周性疾病过程中,防止食管黏膜膜疤痕增生及狭窄提供了理论依据。

从统计结果来看,随着3个参数变量值的增加,损伤深度明显加深,且功率的变化与损伤深度的对应关系最为明显。Goulet 等^[7]及窦艳等^[8]进行的动物试验研究亦有类似发现。从相同作用条件下损伤的程度来看,本实验比离体损伤实验报告^[7]中的程度要重,考虑由于活体模型中 APC 热损伤的细胞死亡后不易干燥而致组织损伤深度增加^[9]。Watson 等^[6]也认为从离体组织实验中准确推断活体的情况是困难的,因活体组织中血流的影响,可减缓组织中温度的升高。Johanns 等^[10]进行的体外实验对胃、小肠和结肠共凝固640处(未研究食管组织),无穿孔发生。虽然可以证明 APC 损伤有自限性,但并不能认为在活体组织中一定安全。

从第1步实验结果病理评分频数分布趋势中,发现输出功率与损伤深度存在对应关系,我们推测,当把作用时间和氩气流量设定在某个合理的水平,调节输出功率是可以控制损伤深度的。因此我们将氩气流量设定为2.0 L/min,持续作用时间设定为3 s,输出功率从50 W 渐增至100 W 进行实验,结果显示:APC 输出功率为50~60 W 时,损伤深度主要集中在表皮与黏膜肌层;70~90 W,损伤深度主要分布在黏膜下与浅肌层,表明输出功率与组织损伤深度之间的确存在对应关系。

Satar 等^[11]研究证实,疤痕形成与组织病理损伤的层次有关,为了进一步验证食管黏膜下与浅肌层损伤是否是疤痕及狭窄产生的决定性因素;我们将氩气流量设定为2.0 L/min,持续作用时间设定为3 s 不变,分别用60、70 W 2个相近的功率对犬食管进行环形灼烧,于第2、4周进行观察,发现70 W 功率处理后犬食管黏膜产生大量疤痕,食管狭窄明显。而60 W 功率处理食管黏膜生成疤痕较少,狭窄亦较轻,证实了我们的设想。

我们认为,在应用 APC 治疗食管疾病时,可根据

超声胃镜结果,通过调整 APC 输出参数,控制损伤深度,在彻底治疗的病变的同时可有效地降低和预防并发症的发生。朱净等^[12]亦认为在应用 APC 治疗疾病时须将能量控制在一定范围以保证安全。当然,由于人类食管与犬食管存在着组织学差异,很难以动物实验结果精确推断 APC 对人类活体组织的损伤程度。因此,本研究结果可以作为 APC 治疗人类食管疾病的重要参考,但对人类的 APC 安全治疗参数还需要继续探索。

参考文献:

- [1] Grund K E, Storek D, Farin G. Endoscopic argon plasma coagulation (APC) first clinical experiences in flexible endoscopy [J]. *Endosc Surg Allied Technol*, 1994, 2(1): 42-46.
- [2] 陈涛,宋文先,王海军,等. 内镜下氩离子凝固术联合埃索美拉唑治疗 Barrett 食管疗效分析[J]. *细胞与分子免疫学杂志*, 2011, 27(2): 227-228.
- [3] 刘震雄,黄裕新,闻勤生,等. 内镜下氩离子凝固术治疗 Barrett 食管118例临床分析[J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2010, 24(1): 53-54.
- [4] 刘爱群,葛连英,刘立义,等. 内镜下氩离子凝固术治疗消化道病变的临床应用[J]. *临床消化病杂志*, 2010, 22(1): 10-12.
- [5] 攀超强,王雷,任玮,等. 胃镜下不同方法治疗急性非静脉曲张上消化道出血的疗效分析[J]. *第三军医大学学报*, 2009, 31(13): 1312-1314.
- [6] Watson J P, Bennett M K, Griffin S M, et al. The tissue effect of argon plasma coagulation on esophageal and gastric mucosa[J]. *Gastrointest Endosc*, 2000, 52(3): 342-345.
- [7] Goulet C J, Disario J A, Emerson L, et al. *In vivo* evaluation of argon plasma coagulation in a porcine model[J]. *Gastrointest Endosc*, 2007, 65(3): 457-462.
- [8] 窦艳,刘庆森,杨云生,等. 氩离子凝固术对兔大肠黏膜的损伤作用[J]. *世界华人消化杂志*, 2009, 17(8): 821-824.
- [9] Norton ID, Wang L, Levine S A, et al. *In vivo* characterization of colonic thermal injury caused by argon plasma coagulation[J]. *Gastrointest Endosc*, 2002, 55(6): 631-636.
- [10] Johanns W, Luis W, Janssen J, et al. Argon plasma coagulation (APC) in gastroenterology: experimental and clinical experiences [J]. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 1997, 9(6): 581-587.
- [11] Satar S, Topal M, Kozaci N. Ingestion of caustic substances by adults [J]. *Am J Ther*, 2004, 11(4): 258-261.
- [12] 朱净,黄介飞,张晓义,等. 氩离子凝固术对猪食管黏膜凝固作用的实验观察[J]. *世界华人消化杂志*, 2005, 13(6): 805-807.

(收稿:2012-12-15;修回:2013-02-07)

(编辑 王 红)