

手术室电外科烟雾防护初探

张新梅, 刘思兰, 张怀永, 吕 骏, 王 丽

(苏州大学附属第一医院 麻醉手术科, 江苏 苏州, 215006)

摘要: **目的** 探讨手术室环境下电外科烟雾防护措施。**方法** 选取择期全麻下行甲状腺或乳腺手术患者 150 例,参照随机数字表法分成 C 组、S1 组和 S2 组,各 50 例。C 组未采用吸引器清除烟雾,S1 组和 S2 组采用吸引器清除烟雾,其吸引负压设置分别为 300、500 mmHg。分别在手术开始使用高频电刀后 5 min 和 10 min,实时测量离电刀头 10、20、30、40 cm 垂直距离的 PM2.5 值。另外选取外科手术医生 50 名,测量手术过程中外科医生鼻尖到电刀头的直线距离。**结果** 3 组的 PM2.5 值均随测量距离的增加而降低($\chi^2 = 148.824, \chi^2 = 137.016, \chi^2 = 145.296, P < 0.01$),S1 组和 S2 组在 10、20、30、40 cm 处测得 PM2.5 值均低于 C 组($P < 0.05$),且 S2 组测得的 PM2.5 的值低于 S1 组($P < 0.05$)。男性医生的直线距离为 (30.51 ± 10.30) cm,女性医生的直线距离为 (29.10 ± 9.81) cm,男女之间差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 在百级层流净化手术室内,利用吸引负压为 500 mmHg 的吸引器动态吸引,其 PM2.5 的浓度在距离电刀头 30 cm 处危害较小,且符合外科医生执行手术操作的距离。

关键词: 手术; 外科; 电外科学; 烟雾; 保护距离; 吸引器

中图分类号: R 473.6 文献标志码: A 文章编号: 2096-0867(2018)06-0029-03

Preliminary study on effective protection distance of surgical smoke in the operating theatre

ZHANG Xinmei, LIU Silan, ZHANG Huaiyong, LV Jun, WANG Li

(Department of Anesthesiology, The First Affiliated Hospital
of Soochow University, Suzhou, Jiangsu, 215006)

ABSTRACT: Objective To explore the effective protection distance of electrosurgical smoke in the operating theatre. **Methods** Totally 150 patients undergoing thyroid or breast surgeries under elective general anesthesia were included and randomly divided into a non-aspirator group (group C), an aspirator attraction 300 mmHg group (group S1), and an aspirator attraction 500 mmHg group (group S2), with 50 cases in each group. At the same time, 50 surgical surgeons were selected to measure the PM2.5 values at 10, 20, 30, and 40 cm vertical distances of the electric knife head in real time, 5 min and 10 min after the high-frequency knife was used. In addition, the straight-line distance from the surgeon's nose to the electric cutter head during the procedure was measured. **Results** With the increase of measurement distance, the PM2.5 value was significantly reduced($\chi^2 = 148.824, \chi^2 = 137.016, \chi^2 = 145.296, P < 0.01$). The PM2.5 values of group S1 and group S2 were significantly lower than that of group C at 10, 20, 30, and 40 cm vertical distances ($P < 0.05$), and the PM2.5 value of group S2 were lower than that the S1 group at 10, 20, 30, and 40 cm vertical distances ($P < 0.05$). The straight line distance from the surgeon's nose to the electric cutter head was not significantly different between male and female doctors ($P > 0.05$). **Conclusion** In the class 100 laminar flow purification operating theatre, using of power 500 mmHg attraction and keeping surgeons from the tip of electric knife more than 30 cm, can effectively prevent the harm of electrosurgical smoke.

KEY WORDS: surgery; operating theatre environment; electrosurgery; smog; protection distance; aspirator

现代外科手术中电外科设备的使用必不可少,由此会产生大量的电外科烟雾。电外科烟雾是电刀、激光等电外科设备高温烧灼组织,导致组织细胞破裂,进而不完全燃烧蛋白质及体液产生的混合物,形成分散到空气中的可被吸入的细小微粒、烟雾或气溶胶^[1]。相关研究^[2]证实,电外科烟雾具有毒性、感染性和致突变性。2017版手术烟雾安全指南上指出,尽管临床医护以及管理人员对手术烟雾的危害有一定的认识,但并不尽如人意,且至目前为止,外对手术烟雾防治还没有确切有效的措施可供推荐。本研究旨在探究手术室环境电外科烟雾的有效防护距离,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2016年1月—2017年8月苏州大学附属第一医院收治的择期全麻下行甲状腺或乳腺手术患者150例,手术持续时间1~3 h,年龄27~60岁,体质量47~75 kg,美国麻醉师(ASA)分级I级79例,II级71例。参照随机数字表法分成无吸引器组(C组)、吸引器吸引力300 mmHg组(S1组)和吸引器吸引力500 mmHg组(S2组),各50例。C组男15例,女35例;平均年龄(42.61 ± 12.61)岁;体质量指数(22.80 ± 5.81) kg/m²;手术时间(106.11 ± 35.11) min;ASA分级I级26例,II级24例。S1组男14例,女36例;平均年龄(41.11 ± 18.12)岁;体质量指数(23.12 ± 7.61) kg/m²;手术时间(98.82 ± 28.11) min;ASA分级I级28例,II级22例。S2组男11例,女39例;平均年龄(43.11 ± 15.50)岁;体质量指数(21.91 ± 4.52) kg/m²;手术时间(104.62 ± 28.41) min;ASA分级I级25例,II级25例。3组性别、年龄、手术时间等一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。本组参与外科手术医生50名,其中男40名,女10名,年龄25~60岁,

身高160~185 cm,体质量60~85 kg,无脊椎病痛史,矫正视力>0.8。本研究征得医院伦理委员会同意,患者及其家属均已签署书面知情同意书。

1.2 方法

在百级层流净化手术室行外科手术,选择在手术开始使用高频电刀(甲状腺手术电刀功率设定为30~35 W,乳腺手术的电刀功率设定为35~40 W)后5 min和10 min,使用检察官空气质量检测仪(上海爱克生物科技有限公司,型号:JCG60)实时测量离电刀头10、20、30、40 cm垂直距离的PM2.5值,测量3次,取均值,以5 min的测得的值和10 min测得的值综合平均为最终测量值。S1组在电刀使用的同时,由手术助手医生使用手术室壁式医用负压吸引器(捷锐企业生产,批号:15060238-045,规格:882VR-760-1L),吸引负压分别调整为300 mmHg,吸引器头紧随电刀头并尽可能靠近电刀头,进行人工动态吸引,以吸取手术烟雾。S2组则将吸引负压设置为500 mmHg,其他同C组和S1组。使用龙韵激光测距仪(永康市龙韵工具有限公司,规格:LV120)测量手术过程中外科医生鼻尖到电刀头的直线距离,整个手术过程测量10次,取均值。

1.3 统计学方法

采用SPSS 20.0软件,计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 t 检验,检验水准 $\alpha = 0.05$, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3组患者PM2.5值的比较

3组的PM2.5值均随测量距离的增加而降低($\chi^2 = 148.824$, $\chi^2 = 137.016$, $\chi^2 = 145.296$, $P < 0.01$),S1组和S2组在10、20、30、40 cm处测得PM2.5值均低于C组($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),且S2组测的PM2.5的值低于S1组($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。见表1。

表1 3组患者PM2.5值的比较($\bar{x} \pm s$)

组别	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm
C组($n=50$)	185.71 ± 17.52	92.91 ± 21.62	49.70 ± 10.11	21.12 ± 7.11
S1组($n=50$)	$58.81 \pm 14.31^{**}$	$27.92 \pm 9.31^{*}$	$18.90 \pm 6.90^{*}$	$4.41 \pm 1.31^{*}$
S2组($n=50$)	$38.60 \pm 11.41^{***}$	$18.81 \pm 6.90^{*#}$	$7.41 \pm 1.41^{*#}$	$1.90 \pm 0.50^{*#}$

与C组比较,* $P < 0.05$,** $P < 0.05$;与S1组比较,# $P < 0.05$,## $P < 0.05$;

2.2 外科医生鼻尖到电刀头的直线距离

男性医生的直线距离为(30.51 ± 10.30) cm,女性医生的直线距离为(29.10 ± 9.81) cm,男女之间差异无统计学意义($P > 0.05$)。

3 讨论

电外科烟雾中含有600种以上的化学成分,其

中大多数都是对人体有害的,以 CO 和丙烯腈尤为严重,前者可引起健康个体的缺氧负荷,导致血液的携氧能力降低,后者则通过释放氰化物结合细胞色素氧化酶中 Fe^{3+} ,抑制人体细胞对氧的利用^[3]。电外科烟雾中 77.00% 的分子颗粒直径 $<1.1\ \mu\text{m}$,如此微小的颗粒,可迅速直接到达肺泡,通过肺泡丰富的毛细血管网进入血液循环,损害健康人群^[4]。叶玉勤等^[5]研究显示,长期暴露在大量的手术烟雾中的实验老鼠肺泡中沉积了大量的细小颗粒,这些颗粒可导致肺充血、肺气肿等疾病。

2017 版手术烟雾安全指南中指出,尽管医务人员对手术烟雾的危害有一定的认识,但临床上却未能采取足够有效的措施来防范手术烟雾对医务人员和患者的危害^[6]。目前临床采用的措施主要包括各种烟雾过滤排放产品、负压吸引装置以及室内空气层流等^[7]。烟雾过滤排放产品因其不够便利,临床使用较少。负压吸引装置为临床常见烟雾清除设备,NIOSH 建议,吸引器的流速应该在 $100\sim 150\ \text{m}/\text{min}$,且吸引器头应该保持在电刀头 $5.08\ \text{cm}$ 以内。美国手术室护理学会(AORN)认为,在离电刀头 $2.45\sim 5.08\ \text{cm}$ 处吸引可减少烟雾量,但其临床实践应用并不多,尚无准确的科学依据论证。王玲等^[8]研究结果强调,向下单向置换通风系统比向上单向置换通风系统的通风条件更好,更能有效清除污染物。本研究纳入的手术患者均是在百级层流净化手术室进行,采用的是向下单向置换通风系统。同时,使用手术室壁式真空吸引器,吸引头尽可能的靠近电刀头进行人工动态吸引,结果发现,吸引功率设置为 $300\ \text{mmHg}$ 和 $500\ \text{mmHg}$ 均可以有效降低电外科烟雾造成的 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度,且吸引功率为 $500\ \text{mmHg}$ 时效果更佳。

$\text{PM}_{2.5}$ 指的是大气中直径 $\leq 2.5\ \mu\text{m}$ 的细颗粒物。唐军等^[9]的研究证实,电外科烟雾的颗粒大小接近 $\text{PM}_{2.5}$ 。因此,本研究采用测量电外科烟雾中的 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度作为检测指标。为了测量方便,本研究选用使用电刀频率较高的甲状腺手术和乳腺手术,结果发现,在未使用吸引器的患者中,距离电刀头 $10\ \text{cm}$ 处, $\text{PM}_{2.5}$ 浓度高达 $(185.71 \pm 17.52)\ \mu\text{g}/\text{m}^3$,远远高于世界卫生组织于 2005 年更新的《关于颗粒物、臭氧、二氧化氮、二氧化硫空气质量准则》中制定的 $\text{PM}_{2.5}$ 年平均浓度准则值 $10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。S1 和 S2 组在使用吸引器后, $\text{PM}_{2.5}$ 浓度则显著降低,并在吸引器功率达到 $300\ \text{mmHg}$ 且

距离电刀头 $40\ \text{cm}$ 处和吸引器功率达到 $500\ \text{mmHg}$ 且距离电刀头 $30\ \text{cm}$ 处的 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度分别为 $(4.41 \pm 1.31)\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $(7.41 \pm 1.41)\ \mu\text{g}/\text{m}^3$,比较接近 WHO 制定的 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度准则值。

因为电外科烟雾主要通过呼吸道进入人体,因此本研究测定了外科医生鼻尖到电刀头的直线距离,结果发现,男性医生的直线距离为 $(30.51 \pm 10.30)\ \text{cm}$,女性医生的直线距离为 $(29.10 \pm 9.81)\ \text{cm}$,鼻尖到电刀头距离不存在性别上的差异。通过综合 2.1 和 2.2 的结果认为,在百级层流净化手术室中,利用功率为 $500\ \text{mmHg}$ 的吸引器动态吸引,其 $\text{PM}_{2.5}$ 的浓度在距离电刀头 $30\ \text{cm}$ 处危害较小,且符合外科医生执行手术操作的距离。

本研究中尚存在局限性,其一,本研究所纳入的手术仅为两种,并不能代表所有术式;其二,本研究选取的外科手术医生男性较多,存在统计学偏差;其三,本研究所选用的检测指标并不能代表电外科烟雾的全部成分。因此,在往后的研究中还有待进步探讨。

参考文献

- [1] BREE K, BARNHILL S, RUNDELL W. The Dangers of Electrosurgical Smoke to Operating Room Personnel: A Review[J]. Workplace Health Saf, 2017, 65(11): 517-526.
- [2] 贡秋悦. 电外科烟雾防护研究现状[J]. 山西医药杂志, 2016, 45(8): 916-918.
- [3] 王红云, 张琳娟, 侯宁蕊, 等. 一体式吸烟通路的设计及应用[J]. 护理研究, 2014, 28(30): 3747-3748.
- [4] 黄俊. 可吸入颗粒在肺泡中沉积的数值模拟[D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
- [5] 叶玉勤, 边寰, 贺晓生. 烟雾病的诊断和治疗进展[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2013, 12(3): 271-274.
- [6] 支慧, 徐丽. 医务人员应提高对手术烟雾危害的认知并加强防护[J]. 中华医学杂志, 2015, 95(25): 2045-2046.
- [7] 唐初冰, 杜美华, 陆叶. 手术烟雾的危害及其防护的研究进展[J]. 中华护理杂志, 2017, 52(9): 1065-1067.
- [8] 王玲, 周素玲, 鲁桂兰, 等. 手术烟雾危害及防护措施研究进展[J]. 护理学报, 2013, 20(7): 17-21.
- [9] 唐军, 聂溶冰. 口腔修复手术电刀烟雾的粒径检测与防护[J]. 上海口腔医学, 2016, 25(6): 748-750.

(本文编辑:尹佳杰)