

DOI: 10.3969/j.issn.1671-9638.2018.05.013

· 论 著 ·

## 预防颅脑手术患者术后颅内感染的成本效益分析

赵 瑶, 乔美珍, 陈 凯, 钱雪峰, 刘明星, 金美娟

(苏州大学附属第一医院, 江苏 苏州 215006)

**[摘要]** **目的** 比较颅脑手术后颅内感染与未感染患者的医疗费用支出, 对颅脑手术部位感染 (SSI) 预防与控制项目的投入和产出进行成本效益分析。**方法** 回顾性调查 2014 年 6 月—2015 年 5 月某院神经外科所有颅脑手术患者, 采用 1:1 配比病例对照研究, 比较颅脑手术后颅内感染与未感染患者的医疗费用, 计算颅脑 SSI 的经济损失, 分析神经外科 SSI 预防与控制项目的成本, 并推算获得的收益。**结果** 病例组住院时间为 25(20, 32)d, 高于对照组的 16(12, 19)d, 两组间差异具有统计学意义 ( $P < 0.001$ )。病例组住院总费用为 96 150.6(69 415.0, 153 079.6)元, 高于对照组的 59 438.6(50 092.6, 77 336.4)元 ( $P < 0.001$ ), 居前 5 位的费用依次为西药费、手术费、治疗费、检查费、化验费, 发生感染的患者各项费用均高于未感染患者。若实施神经外科 SSI 预防与控制项目, SSI 发生率降低 5% 时, 产生的经济效益足够支付项目的成本; 当感染率降低 20%~30% 时, 效益成本比可达到 4~6。**结论** 颅脑手术后颅内感染给患者带来沉重的经济负担。实施神经外科 SSI 医院感染预防与控制项目, 不但可以减轻患者经济负担, 增加医院收入, 还可以提高医疗质量。

**[关键词]** 成本效益分析; 颅内感染; 手术部位感染; 病例对照研究

**[中图分类号]** R197.323 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9638(2018)05-0427-05

## Cost-benefit analysis on prevention of intracranial infection in patients after craniocerebral operation

ZHAO Yao, QIAO Mei-zhen, CHEN Kai, QIAN Xue-feng, LIU Ming-xing, JIN Mei-juan  
(First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, China)

**[Abstract]** **Objective** To compare medical expense of patients with and without intracranial infection after craniocerebral operation, analyze the cost-benefit of prevention and control programme for surgical site infection (SSI) after craniocerebral operation. **Methods** All patients who underwent craniocerebral operation in department of neurosurgery in a hospital between June 2014 and May 2015 were surveyed retrospectively, a 1:1 matched case-control study was adopted to compare medical expenses in patients with and without intracranial infection after craniocerebral operation, economic loss due to SSI after craniocerebral operation was calculated, cost of prevention and control programme for SSI was analyzed, benefit was calculated. **Results** Length of hospital stay in case group was longer than that of control group (25 [20, 32] d vs 16 [12, 19] d,  $P < 0.001$ ). Total hospitalization expense of case group was more than that of control group (96 150.6 [69 415.0, 153 079.6] yuan vs 59 438.6 [50 092.6, 77 336.4] yuan,  $P < 0.001$ ). The top 5 expenses were fees for medicine, operation, therapy, examination, and laboratory testing, each expense of infected patients was higher than that of uninfected patients. If incidence of SSI decreased by 5% due to the implementation of SSI prevention and control programme in department of neurosurgery, the generated economic benefit was enough to pay the cost of programme; when infection rate decreased by 20% - 30%, the ratio of benefit to cost could reach 4 - 6. **Conclusion** Intracranial infection after craniocerebral operation can bring a heavy economic burden to patients, implementation of prevention and control programme for SSI in department of neurosurgery can not only reduce the economic burden of pa-

[收稿日期] 2017-07-19

[基金项目] 中华医院感染控制研究基金 (ZHYY2015-0017)

[作者简介] 赵瑶 (1985-), 女 (汉族), 陕西省咸阳市人, 住院医师, 主要从事医院感染流行病学研究。

[通信作者] 金美娟 E-mail: szjmjk@163.com

tients, but also increase hospital income and improve medical quality.

**[Key words]** cost-benefit analysis; intracranial infection; surgical site infection; case control study

[Chin J Infect Control, 2018, 17(5): 427-431]

医院获得性感染 (healthcare-associated infections, HAI) 是世界范围内最常见影响安全的不良事件。手术部位感染 (surgical site infection, SSI) 是最常见的医院感染类型, 并且影响了高达三分之一的外科手术患者<sup>[1]</sup>。颅脑手术后医院感染约占全部医院感染的 15%, 占外科患者医院感染的 35%~40%, 其发生率为 4%~9%<sup>[2-3]</sup>。一旦发生颅内感染, 会增加患者痛苦, 严重者可危及生命, 同时延长住院天数<sup>[4]</sup>, 增加医疗支出<sup>[5-6]</sup>。大部分医院感染可以预防, 做好感控能够缩短住院时间, 减轻患者痛苦, 降低经济损失, 提高医疗质量, 树立良好品牌<sup>[7]</sup>, 但同时医院感染控制工作需要投入人力、物力成本。本研究拟对神经外科 SSI 预防和控制的投入和产出进行成本效益分析, 为医院和医院感染管理提供卫生经济学和感染控制的资料。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

回顾性调查 2014 年 6 月 1 日—2015 年 5 月 31 日神经外科所有颅脑手术患者, 对术后颅内感染患者和未感染者按照下列条件进行 1:1 配比。配比条件: 入院日期相近 ( $\pm 3$  个月)、年龄相差  $\pm 5$  岁、性别、住院科室、出院第一诊断, 手术情况相近 (手术名称、切口类型、ASA 评分)。当多例对照病例符合配比条件时, 选择年龄与病例组相差最小的人组, 年龄也相同时优先选择手术日期最相近者, 最终 103 例颅脑手术后颅内感染患者 53 例配比成功。

### 1.2 颅内感染的诊断标准

以卫生部 2001 年颁发的《医院感染诊断标准 (试行)》和 2013 版神经外科重症管理专家共识<sup>[8]</sup> 为诊断依据。

### 1.3 研究方法

在某三级甲等综合性医院拥有 100 张床位的神经外科 3 个病区开展回顾性调查, 利用医院感染监测系统将神经外科所有患者的信息导入 Excel, 所有发生术后颅内感染的患者进行配对, 采用 1:1 配比的病例对照研究, 并同时填写综合医院医院感染直接经济损失调查表, 内容包括姓名、病历号、性别、年龄、住院天数、入院危重程度、基础疾病以及患者的住院费用 (床位费、护理费、西药费、中草药费、中药费、放射费、化验费、输氧费、输血

费、诊疗费、手术费、其他费用)。所有的医疗费用信息从信息科获得。比较两组各类医疗费用和住院天数。根据感染率、手术量、每例患者的医疗支出计算每年因颅脑手术后颅内感染增加的医疗支出, 因发生感染而少收治的患者数和减少的收入进而推算神经外科 SSI 预防与控制项目带来的收益。

#### 1.3.1 直接医疗费用<sup>[9]</sup>

即患者在疾病诊疗过程中, 直接支付给医疗机构的挂号费、西药费、化验费、诊疗费、手术费、床位费、护理费等。

#### 1.3.2 增加医疗支出<sup>[6]</sup>

计算公式: 年手术例数  $\times$  感染率  $\times$  (感染患者平均医疗支出 - 未感染患者平均医疗支出)。

#### 1.3.3 估算每年因发生感染而少收治的患者数<sup>[6]</sup>

计算公式: [年手术例数  $\times$  感染率  $\times$  (感染患者平均住院天数 - 未感染患者平均住院天数)] / 每例未感染患者的平均住院天数。

#### 1.3.4 减少收治患者而减少的收入<sup>[6]</sup>

计算公式: 减少收治患者数  $\times$  未感染患者平均医疗支出  $\times$  利润率。

#### 1.3.5 成本-效益分析

成本-效益分析<sup>[10]</sup> 通过比较备选方案的全部预期效益和全部预期成本的现值, 评价备选方案, 作为决策者选择计划方案和决策时的参数和依据的一种方法。主要内容是研究效益是否超过资源消耗的机会成本, 只有效益不低于机会成本的方案才是可行方案。本研究采用效益-成本比率法 (benefit-cost ratio, BCR) 对效益现值总额和成本现值总额进行比较。计算公式:  $BCR = B/C$  (式中: B 为效益, C 为成本)。

##### 1.3.5.1 效益

效益是指项目实施后减少的经济损失, 本研究包含因感染增加的医疗支出和因减少收治患者损失的利润。

##### 1.3.5.2 医院建立和维持感染控制项目的成本

即实施建立和维持感染控制项目需投入的成本。结合实际开展神经外科 SSI 预防与控制项目经验, 成本包括医院感染管理专职人员、感染监控医生和感染监控护士各 1 名的人力成本, 物资设备和采样检测、信息系统维护和 SSI 预防控制措施落实需要耗材的成本。

#### 1.4 统计学方法

应用 SAS 9.0 统计软件进行分析, 因数据为非正态分布计量资料, 采用中位数和

四分位数间距 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 进行描述性分析,两组各项费用的比较采用非参数检验(Wilcoxon 检验), $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 基本情况** 2014 年 6 月 1 日—2015 年 5 月 31 日共进行颅脑手术 1 917 例,发生颅脑手术后颅内感染 103 例,按照上述条件配对成功 53 对。病例组男性 33 例,女性 20 例,NISS 评分 0 分 17 例(32.1%),NISS 评分 1 分 30 例(56.6%),NISS 评分 2 分 6 例(11.3%)。

**2.2 住院时间** 对照组住院时间为 16(12,19)d,

病例组住院时间比对照组长 9 d,即 25(20,32)d,两组间比较差异具有统计学意义( $P < 0.001$ )。

**2.3 住院费用情况** 病例组住院总费用为 96 150.6(69 415.0,153 079.6)元,高于对照组的 59 438.6(50 092.6,77 336.4)元( $P < 0.001$ )。发生开颅手术后颅内感染的患者医疗支出平均增加 36 712.0 元。将住院费用分解后,显示居前 5 位的依次为西药费、手术费、治疗费、检查费、化验费。发生感染的患者各项费用均高于未感染的各项费用。见表 1。颅脑手术后颅内感染增加患者的医疗费用,延长住院时间。将费用平均到每床日却无差异,病例组平均每日费用为 3 925.1(2 771.3,5 663.8)元,对照组为 3 748.8(3 068.2,5 814.4)元。

表 1 颅脑手术后颅内感染与未感染患者各项住院费用比较

Table 1 Comparison in each medical expense between patients with and without intracranial infection after craniocerebral operation

费用类别	病例组		对照组		P
	金额[M(P <sub>25</sub> ,P <sub>75</sub> ),元]	构成比(%)	金额[M(P <sub>25</sub> ,P <sub>75</sub> ),元]	构成比(%)	
西药费	46 888.9(24 939.2,70 842.4)	48.8	23 554.3(16 127.2,34 672.1)	39.6	<0.001
手术费	28 514.3(20 443.4,36 098.4)	29.7	22 828.3(18262.1,31 267.8)	38.4	0.006
治疗费	9 753.8(4 992.5,18 518.5)	10.1	3 266.1(2 195.2,8 774.9)	5.5	<0.001
检查费	3 238.8(2 211.1,4 719.1)	3.4	2 569.7(1 512.5,3 413.0)	4.3	0.005
化验费	2 885.0(2 286.0,5 247.0)	3.0	1 712.0(1 322.5,2 213.5)	2.9	<0.001
麻醉费	2 095.4(1 732.1,2 710.0)	2.2	2 125.1(1 678.1,2 715.0)	3.6	0.640
护理费	1 844.0(1 090,2 700)	1.9	1 180.0(560,1 512)	2.0	<0.001
床位费	775.0(595,1 445)	0.8	422.5(325.0,632.5)	0.7	<0.001
输血费	424.0(0,1 080)	0.4	0.0(0,324)	0.0	0.005
输氧费	139.0(96.0,481.5)	0.1	100.0(57.0,211.5)	0.2	0.021
影像费	110.0(80,145)	0.1	65.0(50,80)	0.1	<0.001
访视费	110.0(80,135)	0.1	65.0(50,80)	0.1	<0.001
空调费	102.0(54,135)	0.1	50.0(12,70)	0.1	<0.001
伙食费	87.7(16.0,242.6)	0.1	68.5(0,205.7)	0.1	0.247
诊疗费	75.0(60,96)	0.1	48.0(36,57)	0.1	<0.001
中药费	0.0(0,161.4)	0.0	0.0(0,242.1)	0.0	0.441
总费用	96 150.6(69 415.0,153 079.6)	100.0	59 438.6(50 092.6,77 336.4)	100.0	<0.001

注:各项费用均为非正态分布资料,结果以 M(P<sub>25</sub>,P<sub>75</sub>)表示

## 2.4 因感染导致的直接经济损失

**2.4.1 每年增加医疗支出** 参考本研究结果,颅脑 SSI 发生率为 5.4%,每年有 1 917 例开颅手术,发生颅内感染 103 例,感染患者平均医疗费用为 96 150.6 元,未感染的患者平均医疗费用为 59 438.6 元,因此,每例感染患者的平均医疗费用增加 36 712.0 元,每年增加的医疗支出将达 3 781 336.0 元。

**2.4.2 每年减少收治患者数** 该神经外科拥有 100 张床位,一年 1 917 例开颅手术,有 103 例患者发生 SSI,SSI 发生率为 5.4%。感染患者平均住院 25 d,未感染患者平均住院 16 d,因感染延长的总住院天数为 927 d,若按每位患者平均住院 16 d,将少

收治 58 例住院患者。

**2.4.3 因减少收治患者而减少的收入** 若每例按照对照组医疗费用 59 438.6 元计算,58 例患者的费用可达 3 447 438.8 元。根据《2012 中国卫生统计年鉴》<sup>[11]</sup>中 2011 年各类医疗机构收入与支出表格中显示,医院总收入为 124 513 803 万元,总支出为 119 797 385 万元,结余 4 716 418 万元,结余率为 3.8%,姑且利润率按 3.8% 计算可知少收的 58 例患者给医院损失的利润为 131 002.7 元。

## 2.5 神经外科 SSI 预防与控制的成本

**2.5.1 专职医院感染监控人员** 负责每年监测方法与控制方案的制定、监测表格的制作、监测过程中

质量控制、环境卫生学监测、感染患者的诊断、监测资料的总结与反馈工作。以年薪 10 万,按约占全部工作时间 1/3 计算,则专职人员成本 = 100 000 × 1/3 = 33 333 元。

2.5.2 医院感染监控兼职人员 协助医院感染监控专职人员做好医院感染监控工作,如临床医院感染监控医生、医院感染监控护士。医生年收入 16 万,约占全部工作时间 1/20,护士以年收入 12 万,工作时间的 1/10 投入预防感染控制工作,则医院感染监控医生成本 = 160 000 × 1/20 = 8 000 元;医院感染监控护士成本 = 120 000 × 1/10 = 12 000 元。

2.5.3 物资设备和监测采样费用 物资设备(包括计算机、打印机的折旧费,纸张费、水电费等)和环境卫生学采样费用(包括空气采样、物体表面采样、试剂购买、微生物鉴定等)每年 2000 元。

2.5.4 信息系统维护费 医院感染相关信息系统

的维护费每年 1.75 万,SSI 监测按照所有系统的 1/10 计算,维护费用需 1 750 元。

2.5.5 预防控制措施的成本 手卫生的成本:根据病区物资申领系统得知病区一年的快速手消毒剂和皂液总额为 12 000 元。皮肤消毒:一个 35 张床位的病区,一年 700 例手术量,则使用 2% 葡萄糖洗必泰术前皮肤消毒需要成本为 4.6 × 700 = 3 220 元。由上合计得知维持医院感染预防与控制措施的成本为 72 303 元。

2.6 神经外科 SSI 预防与控制项目的效益 - 成本比分析 若对有 35 张床位,年手术量 700 例的病区实施感控项目,预期 SSI 发生率降低 5% 时,产生的效益能够支付成本投入(效益成本比为 1.0)。当发生率降低 20% ~ 30% 时,效益成本比可达到 4 ~ 6。见表 2。

表 2 神经外科 SSI 预防与控制项目的效益 - 成本比

Table 2 Benefit-cost ratio of prevention and control programme for SSI in department of neurosurgery

降低感染的比率(%)	预期感染率(%)	增加医疗支出(元)	与基线相比节省的医疗支出(元)	医院减少的收入(元)	与基线相比医院减少的收入(元)	与基线相比增加的总收益(元)	预防控制成本(元)	效益成本比
基线	5.4	1 387 713.6	0.0	48 024.9	0.0	-	-	-
5	5.1	1 318 327.9	69 385.7	45 623.7	2 401.2	71 786.9	72 303	1.0
10	4.9	1 248 942.2	138 771.4	43 222.4	4 802.5	143 573.8	72 303	2.0
20	4.3	1 110 170.9	277 542.7	38 419.9	9 605.0	287 147.7	72 303	4.0
30	3.8	971 399.5	416 314.1	33 617.4	14 407.5	430 721.5	72 303	6.0
40	3.2	832 628.2	555 085.4	28 814.9	19 210.0	574 295.4	72 303	7.9
50	2.7	693 856.8	693 856.8	24 012.5	24 012.4	717 869.2	72 303	9.9
60	2.2	555 085.4	832 628.2	19 210.0	28 814.9	861 443.1	72 303	11.9
70	1.6	416 314.1	971 399.5	14 407.5	33 617.4	1 005 016.9	72 303	13.9
80	1.1	277 542.7	1 110 170.9	9 605.0	38 419.9	1 148 590.8	72 303	15.9
90	0.5	138 771.4	1 248 942.2	4 802.5	43 222.4	1 292 164.6	72 303	17.9

### 3 讨论

SSI 是外科手术患者最常见的并发症之一,是增加医疗支出、延长患者住院时间的重要原因。2014 年 Anderson 等<sup>[12]</sup>报道数据显示,每年发生 SSI 160 000 ~ 300 000 例,占医院感染的 20%,延长住院时间 7 ~ 11 d,造成经济损失高达 35 亿 ~ 100 亿美元,感染病原体和类型不同增加的医疗支出不同。感染耐甲氧西林金黄色葡萄球菌引发 SSI 增加的支出约为 61 681 美元<sup>[13]</sup>。英国每年因 SSI 支出的费用约 6 200 万英镑<sup>[14]</sup>。我国一项 193 所医院的调查<sup>[15]</sup>结果显示, HAI 发生率为 5.22%, SSI 居第三位(占 11.9%)。每例 SSI 增加的医疗费用为 5 849.04 ~ 17 349 元。

2012 年周炯<sup>[6]</sup>报道显示,颅脑 SSI 的医疗总花费为 53 704.01 元,颅脑手术未感染的医疗总花费 32 389.33 元,增加医疗支出 21 314.68 元,住院时间分别为 29、17.25 d。2015 年王桂明等<sup>[16]</sup>研究结果与之基本一致,神经外科发生感染和未感染的患者住院总费用分别为 54 824.47、35 661.97 元,两组的住院时间分别为 30.5、19.0 d。本研究显示两组的医疗总费用分别为 96 150.6、59 438.6 元,均高于上述两组数据,延长住院时间 9 d,与陈文森等<sup>[17]</sup>报道相近。费用升高,一方面与国内经济上涨,地域差异有关;另一方面因颅脑手术感染,诊断较难,不易明确,常联合用药,且治疗时间长,花费很高。将医疗费用分解后,病例组各类费用均高于对照组,其中西药费、手术费、治疗费、检查费在感染患

者的费用所占比例明显增加,与研究<sup>[15-16]</sup>一致。原因可能是颅内感染发生后,往往被迫使用贵重的抗菌药物和其他药品,且疗程长,导致西药费猛涨。检查、化验频率因感染而增加,一是查找感染原因,二是确定治疗是否有疗效。治疗费、诊疗费、护理费等因感染和住院时间延长而上涨。本研究中西药的构成比从 39.6% 上升至 48.8%,而在王桂明等<sup>[16]</sup>调查中从 45.1% 上升至 59.2%,周炯<sup>[6]</sup>调查中从 20.7% 上升至 37.3%,结果均不同。可能与时间不同、地域差异、药品特性和相关制度不完善有关。

美国一个经典的感染控制成本效益分析研究显示,一个有效的感染控制项目开展感染监测与控制工作,可将医院感染的发生率降低 32%,而医院感染率降低 6% 所节省的费用就足以支付感染控制项目的成本<sup>[18]</sup>。国内研究<sup>[6]</sup>显示,颅脑 SSI 患者数减少 5% 时效益成本基本持平(效益成本比为 1.04);当减少 30% 时,效益成本比将达到 6.21。本研究结果显示:实施预防颅脑 SSI 预防控制项目,若感染率降低 10%,其效益-成本比为 2,预防控制项目投入 1 元,可以获得 2 元的收益,提示实施手卫生和使用 2% 葡萄糖洗必泰术前皮肤消毒等预防控制措施,获得的效益远大于所花费的成本。

目前,在我国的医疗政策和付费模式下,医院感染所造成的额外费用由患者自行支付或由医保负担,增加了患者的经济负担、浪费了医疗资源。随着现代医学技术的不断进步和医疗体制改革的深化,我国也可能像美国一样,对选定的医院感染不再报销,而由医院承担,那么医院感染的预防控制和管理必将获得巨大的社会效益和经济效益。

## [参 考 文 献]

- [1] World Health Organization. Global guidelines for the prevention of surgical site infection[R]. Geneva, WHO, 2016.
- [2] Lietard C, Thébaud V, Besson G, et al. Risk factors for neurosurgical site infections; an 18-month prospective survey[J]. J Neurosurg, 2008,109(4): 729-734.
- [3] 孙浩. 颅脑手术部位感染风险因素研究[D]. 辽宁:中国医科大

学,2014.

- [4] Erdem I, Hakan T, Ceran N, et al. Clinical features, laboratory data, management and the risk factors that affect the mortality in patients with postoperative meningitis[J]. Neurol India, 2008, 56(4): 433-437.
- [5] 侯铁英,黄德弘. 颅脑手术后医院感染经济损失的病例对照研究[J]. 中国感染控制杂志,2005,4(2):124-126.
- [6] 周炯. 预防颅脑手术部位感染的成本效益分析[D]. 北京:北京协和医学院,2012.
- [7] 张卫红,王虹,王水,等. 医院感染控制成本投入分析与改进[J]. 中国卫生经济,2013, 32(8):63-65.
- [8] 中华医学会神经外科学分会. 神经外科重症管理专家共识(2013 版)[J]. 中华医学会杂志,2013,93(23):1765-1779.
- [9] 胡善联. 卫生经济学[M]. 上海:复旦大学出版社,2003.
- [10] 陈燕华. 全环境保护预防恶性血液病医院感染的卫生经济学评价[D]. 广州:第一军医大学,2006.
- [11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 2012 中国卫生统计年鉴[EB/OL]. (2013-08-28)[2017-07-08]. <http://www.nhfp.gov.cn/htmlfiles/zwgkzt/ptjnj/year2012/index2012.html>.
- [12] Anderson DJ, Podgorny K, Berríos-Torres SI, et al. Strategies to prevent surgical site infections in acute care hospitals: 2014 update[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2014, 35 (Suppl 2): S66-S88.
- [13] Anderson DJ, Kaye KS, Chen LF, et al. Clinical and financial outcomes due to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* surgical site infection: a multi-center matched outcomes study [J]. PloS One, 2009, 4(12): e8305.
- [14] Healey MA, Shackford SR, Osler TM, et al. Complications in surgical patients[J]. Arch Surg, 2002, 137(5): 611-617.
- [15] 吴安华,任南,文细毛,等. 193 所医院医院感染现患率调查分析[J]. 中华医院感染学杂志,2002,12(8):561-563.
- [16] 王桂明,张开刚,李学军,等. 神经外科患者手术部位感染的直接经济损失评价[J]. 中华医院感染学杂志,2015,25(11):2542-2544.
- [17] 陈文森,刘波,周宏,等. 呼吸机相关肺炎和颅脑手术部位感染直接经济损失研究[J]. 中国消毒学杂志,2017,34(5):447-449.
- [18] Haley RW. Managing hospital infection control for cost-effectiveness; a strategy for reducing infectious complications[M]. Chicago, IL: American Hospital Publishing, 1986.

(本文编辑:左双燕)