

硬膜外镇痛和静脉镇痛对脊柱融合术后 镇痛效果比较的 Meta 分析

梁 林, 姜为民

(苏州大学附属第一医院骨科 215006 江苏省苏州市)

【摘要】目的:采用 Meta 分析方法比较硬膜外镇痛和静脉镇痛两种自控镇痛方式对脊柱融合术后的镇痛效果。**方法:**计算机检索中国知网、万方数据库、中国生物医学文献数据库(CBM)、Pubmed、Embase、Ovid、Cochrane Library 数据库,收集发表于 1985 年 5 月~2013 年 7 月在接受脊柱融合术后行硬膜外镇痛和静脉镇痛的随机对照试验的文献,并追溯纳入文献的参考文献后,按 Cochrane 系统评价员手册 5.1.0 对纳入文献进行质量评价,对纳入文献的术后 VAS 评分和使用镇痛药物后的不良反应发生率提取整理成电子基线表,通过 RevMan 5.2 软件进行 Meta 分析。**结果:**共纳入 8 篇文献,包括 482 例患者,其中 3 篇文献质量等级为 A 级,5 篇为 B 级。Meta 分析结果显示:①术后第 1、2 天 VAS 评分分析 [加权均数差值 (WMD)=-0.47, 95%CI (-0.74, -0.20); WMD=-0.66, 95%CI (-1.14, -0.19)], 硬膜外镇痛较静脉镇痛的镇痛效果好 ($P<0.05$); 术后第 3 天 VAS 评分 [WMD=-0.58, 95%CI(-1.38, 0.21)]两组差异无统计学意义 ($P>0.05$)。②不良反应:硬膜外镇痛在术后皮肤瘙痒 [相对危险度 (RR)=1.53, 95%CI(1.08, 2.16)]、感觉异常[RR=3.34, 95%CI(1.12, 9.98)] 的发生率较静脉镇痛高,差异有统计学意义 ($P<0.05$);但在恶心[RR=1.05, 95%CI(0.79, 1.40)]、呕吐[RR=0.80, 95%CI(0.48, 1.31)]方面差异无统计学意义 ($P>0.05$)。**结论:**脊柱融合术后第 1、2 天硬膜外镇痛的镇痛效果较静脉镇痛好,但皮肤瘙痒、感觉异常的发生率也明显高于静脉镇痛。

【关键词】硬膜外镇痛;静脉镇痛;脊柱融合;随机对照试验;Meta 分析

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2014.05.11

中图分类号:R687.3, R452 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2014)-05-0433-07

Comparison of the analgesic efficacy between the epidural and intravenous analgesia after spinal fusion: a Meta-analysis/LIANG Lin, JIANG Weimin//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2014, 24(5): 433-439

【Abstract】 Objectives: To compare the efficacy of patient-controlled epidural analgesia and patient-controlled intravenous analgesia in postoperative analgesia after spinal fusion. **Methods:** The CNKI, Wanfang, CBM, Pubmed, Embase, Ovid, Cochrane library databases were searched by computer. The randomized controlled trails with patient-controlled epidural analgesia or patient-controlled intravenous analgesia after spinal fusion published from May 1985 to July 2013 were selected. All of them were assessed by the standard of Cochrane systematic review. Data of postoperative VAS and the rate of side effects after using the analgesic drugs were extracted into an electrical sheet, which was synthesized by a Meta-analysis with RevMan 5.2 software. **Result:** Eight randomized controlled trails involving 482 patients met the inclusion criteria. And the quality grade of 3 literatures was A, 5 literatures was B. The result of meta-analysis showed that: ①Visual analogue score(VAS). The postoperative first day's VAS[WMD=-0.47, 95%CI(-0.74, -0.20)], second day's VAS[WMD=-0.66, 95%CI(-1.14, -0.19)] showed that the patient-controlled epidural analgesia had a good analgesic effect compared with the patient-controlled intravenous analgesia, and both had statistic differences($P<0.05$). No difference in the postoperative third day's VAS[WMD=-0.58, 95%CI(-1.38, 0.21)] was observed between the two methods, and no statistic difference($P>0.05$); ②The side effects. The patient-controlled epidural analgesia had a higher incidence of skin itch[RR=1.53, 95%CI(1.08, 2.16)], paresthesia[RR=3.34, 95%CI(1.12, 9.98)] after surgery than the patient-controlled intravenous analgesia, and both had statistic differences($P<0.05$). While two

第一作者简介:男(1989-),硕士在读,研究方向:脊柱外科

电话:(0512)67781300 E-mail:liang2013lin@163.com

groups had no a significant deviation about nausea[RR=1.05, 95%CI(0.79, 1.40)], vomiting[RR=0.80, 95%CI(0.48, 1.31)], and no statistic difference($P>0.05$). **Conclusions:** The patient-controlled epidural analgesia has better analgesic effects on the postoperative first and second day after spinal fusion, but obviously has a higher incidence of skin itch and paresthesia than the patient-controlled intravenous analgesia.

【Key words】 Epidural analgesia; Intravenous analgesia; Spinal fusion; Randomized controlled trial; Meta-analysis

【Author's address】 Department of Orthopedics, the First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou, 215006, China

脊柱融合术是在脊柱节段之间造成骨性连接,消除该段脊柱的活动,以矫正畸形,改善功能,稳定脊柱,消除或减轻症状。但脊柱融合术能产生较重的术后疼痛,当选择以此为治疗手段时,术后疼痛处理成为必须考虑的因素^[1-3]。有效的术后镇痛不仅能提高患者术后满意度,更能减少重大手术后的并发症发生率和缩短患者的住院时间^[4-7]。临床上常用的术后患者自控镇痛方法主要有患者自控硬膜外镇痛(patient-controlled epidural analgesia, PCEA)和患者自控静脉镇痛(patient-controlled intravenous analgesia, PCIA)。而对于行脊柱融合术的患者,目前尚无专门系统的研究和评价确定术后使用哪种镇痛方式较好。为此我们进行了 Meta 分析,以探讨脊柱融合术后应用 PCEA 和 PCIA 在止痛效果、不良反应发生率方面的差异性。

1 资料与方法

1.1 文献纳入标准

(1) 研究设计:随机对照试验(randomized controlled trials, RCT)。(2) 研究对象:行脊柱融合术的患者。(3) 干预措施:PCEA 组患者术后应用 PCEA,镇痛药物可包括单独使用局部麻醉药物或联合使用阿片类药物,PCIA 组患者术后应用 PCIA,镇痛药物可包括使用阿片类药物或联合使用其他药物。(4) 结局指标:①术后镇痛第 1 天、第 2 天、第 3 天的 VAS 评分;②不良反应包括恶心、呕吐、皮肤瘙痒和感觉异常的发生率。

1.2 文献排除标准

①联合应用除镇痛干预措施外的其他措施,对最终分析有影响的文献;②施行非脊柱融合术的脊柱疾病患者的文献;③无相关数据或无法通过转换得出相关数据的文献。

1.3 检索策略

计算机检索中国知网、万方数据库、中国生物

医学文摘数据库(CBM)、Pubmed、Embase、Ovid、Cochrane 图书馆,收集发表于 1985 年 5 月~2013 年 7 月的文献并且追溯纳入文献的参考文献。中文检索词:硬膜外镇痛,静脉镇痛,脊柱融合术,随机对照试验;英文检索词:epidural analgesia, intravenous analgesia, spinal fusion。

1.4 文献质量评价

由 2 位研究者独立按照 Cochrane 系统评价员手册 5.1.0 版 RCT 的偏倚风险评估工具评价纳入 RCT 的偏倚风险,内容包括:①是否采用正确的随机分配方法;②是否采用分配隐藏;③是否采用盲法;④对结局指标的评估是否采用盲法;⑤是否完整报告结果数据(即是否描述失访、退出人数,是否进行了意向性分析);⑥是否存在选择性报告结果;⑦是否存在其他偏倚来源。如遇分歧,讨论或由第三位研究者协助解决。若数据缺失,通过与文献作者联系加以补充。若该研究满足所有的质量评价标准,存在偏倚的可能性很小,为 A 级。若该研究任何一条或多条评价标准仅为部分满足,存在偏倚的可能性为中,则定为 B 级。若该研究任何一条或多条评价标准完全不满足,存在偏倚的可能性很大,则定为 C 级。

1.5 数据提取

两名研究人员独立提取数据,如不一致,通过讨论协商决定。提取资料包括作者、日期、所患疾病、患者人数、平均年龄、所用镇痛药物、导管位置、镇痛疗效评价指标及镇痛后的不良反应发生率。

1.6 统计分析

采用 RevMan 5.2 软件进行 Meta 分析,采用 χ^2 检验进行各研究结果间的异质性评价,若研究间无异质性($P>0.05$),则采用固定效应模型分析;若研究间有异质性($P<0.05$),则首先分析异质性产生的原因,并进行敏感性分析。本研究样本量较少不适合做亚组分析,对仍然无法消除异质性的

研究,若其具有临床一致性,则采用随机效应模型进行分析。分类变量采用相对危险度(RR)及其95%可信区间(95%CI);连续变量采用加权均数差值(WMD)和95% CI表示作为效应量表示结果, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 纳入研究的方法学质量评价及特征

根据检索词检索共得到363篇文献,经阅读标题及摘要排除非相关主题文献和去重后初筛出40篇文献,进一步阅读全文排除32篇无相关结

局指标或无结局指标数据的文献,最终纳入8篇文献,共计482例患者。其中3篇文献质量等级为A级,其余5篇为B级,所有文献对其基本情况进行比较,各组基线具有一致性(表1、2)。

2.2 Meta 分析结果

2.2.1 术后VAS评分 所有文献均采用VAS评分比较PCEA和PCIA的术后疼痛情况,对术后第1天、第2天、第3天VAS评分分别进行Meta分析。术后第1天VAS评分共纳入7篇文献^[8-14],Meta分析结果(图1)显示,文献间无统计学异质性($P=0.74, I^2=0\%$),故对其进行固定效应模型分

表 1 纳入文献的主要特征

Tbale 1 The main characteristics of the included studies

疾病 Decease		硬膜外镇痛 PCEA				静脉镇痛 PCIA		
		人数(男/女) N(M/F)	平均年龄 MA	所用药物 Drugs	导管位置 POC	人数(男/女) N(M/F)	平均年龄 MA	所用药物 Drugs
Joshua 2013 ^[8]	AIS	44	NM	布比卡因 Bupivacaine 芬太奴 Fentanyl	融合椎体的正中线上 5cm(5cm up to the middle of fused centrum)	22	NM	吗啡 Morphine
Gauger 2009 ^[9]	AIS	19 (0/19)	15.1	布比卡因 Bupivacaine 氢化吗啡酮 Hydromorphone	融合椎体的正中线上 3~5cm(3~5cm up to the middle of fused centrum)	19 (4/15)	14.7	氢化吗啡酮 Hydromorphone
Kluba 2010 ^[10]	IDD	29	(14/15) 57	罗帕卡因 Ropivacaine 舒芬太尼 Sufentanil	融合椎体的正中线上 3cm(3cm up to the middle of fused centrum)	23 (14/9)	62	氟苯双哌酰胺 Piritramid
Cohen 1997 ^[11]	IDD	21	45	吗啡硫酸盐 Morphine sulfate	NM	21	45	吗啡硫酸盐 Morphine sulfate 布比卡因 Bupivacaine
Cas-sady 2000 ^[12]	AIS	17 (2/15)	14.6	布比卡因 Bupivacaine 肾上腺素 Epinephrine	NM	16 (3/13)	14.4	吗啡硫酸盐 Morphine sulfate
Schenk 2006 ^[13]	LS	28 (15/13)	42	罗帕卡因 Ropivacaine 舒芬太尼 Sufentanil	融合椎体的正中线上 处(at the middle of fused centrum)	30 (21/9)	50	吗啡 Morphine
Fisher 2003 ^[14]	IDD	36 (17/19)	50	芬太奴 Fentanyl 布比卡因 Bupivacaine 肾上腺素 Epinephrine	融合椎体的正中线上 10cm(10cm up to the middle of fused centrum)	38 (15/23)	51	芬太奴 Fentanyl
John-son 1989 ^[15]	IDD	29 (21/8)	39	芬太尼 Fentanyl 吗啡硫酸盐 Morphine sulfate	融合椎体的正中线上 2~3cm(2~3cm up to the middle of fused centrum)	13 (8/5)	39	吗啡硫酸盐 Morphine sulfate

注:N(M/F),人数(男/女);MA,平均年龄;POC,导管位置;PCEA,硬膜外镇痛;PCIA,静脉镇痛;NM,未提及; AIS,青少年特发性脊柱侧凸;IDD,椎间盘退变性疾病;LS,腰椎滑脱症

Note: N(M/F), numbers(male/female); MA, mean age; POC, position of catheter; PCEA, patient-controlled epidural analgesia; PCIA, patient-controlled intravenous analgesia; NM, not mention; AIS, adolescent idiopathic scoliosis; IDD, intervertebral disc degeneration; LS, lumbar spondylolisthesis

表 2 纳入研究的方法学质量评价
表 2 Methodological quality evaluation of the study

纳入研究 Study	随机方法 Random method	盲法 ^① Blinding	隐藏措施 Concealment	退出/失访人数(理由) Drop-out	基线相似 Baseline
Joshua 2013 ^[8]	随机数字发生器 RNG	非盲 No blinding	不清楚 Unclear	10(清楚) 10(clear)	相似 Similar
Gauger 2009 ^[9]	随机数字表 RNT	非盲 No blinding	不清楚 Unclear	5(清楚) 5(clear)	相似 Similar
Kluba 2010 ^[10]	计算机随机程序 CRP	不清楚 Unclear	不清楚 Unclear	0	相似 Similar
Cohen 1997 ^[11]	随机数字表 RNT	双盲 Double-blind	充分 Full	12(清楚) 12(clear)	相似 Similar
Cassady 2000 ^[12]	随机数字表 RNT	非盲 No blinding	不清楚 Unclear	4(清楚) 4(clear)	相似 Similar
Schenk 2006 ^[13]	计算机随机列表 CRL	双盲 Double-blind	充分 Full	14(清楚) 14(clear)	相似 Similar
Fisher 2003 ^[14]	计算机随机程序 CRP	双盲 Double-blind	充分 Full	12(清楚) 12(clear)	相似 Similar
Johnson 1989 ^[15]	不清楚 Unclear	非盲 No binding	不清楚 Unclear	4(清楚) 4(clear)	相似 Similar

注:①盲法对象为测试者、被测试者和分析者;RNG,随机数字发生器;RNT,随机数字表;CRP,计算机随机程序;CRL,计算机随机列表
Note: ①the blinded objects are the testers, the subjects and the analysts; RNG, random number generator; RNT, random number table; CRP, computer random program; CRL, computer random list

析,结果显示 PCEA 的镇痛效果优于 PCIA,且差异有统计学意义 [$P=0.0005$, $WMD=-0.47$, 95%CI 为 $(-0.74, -0.20)$]。

术后第 2 天 VAS 评分共纳入 5 篇文献^[9,11-14],文献间无统计学异质性($P=0.17$, $I^2=38\%$),故采用固定效应模型分析。Meta 分析结果(图 2)显示, PCEA 在术后第 2 天的镇痛效果优于 PCIA,差异有统计学意义 [$P=0.006$, $WMD=-0.66$, 95%CI 为 $(-1.14, -0.19)$]。

术后第 3 天 VAS 评分纳入 5 篇文献^[9-11,13,14],文献间有统计学异质性($P=0.04$, $I^2=61\%$),故采用随机效应模型分析。Meta 分析结果(图 3)显示,术后第 1 天 VAS 评分 PCEA 与 PCIA 无统计学差异 [$P=0.15$, $WMD=-0.58$, 95%CI 为 $(-1.38, 0.21)$]。

2.2.2 不良反应 所有文献均统计了 PCEA 和 PCIA 不良反应的发生率,其中 7 篇提供了详细数据,故对其进行 Meta 分析。

对术后恶心的分析共纳入 3 篇文献^[8,11,15],各研究间无统计学异质性($P=0.14$, $I^2=49\%$),故采用固定效应模型进行 Meta 分析(图 4),结果显示 PCEA 和 PCIA 的恶心发生率无统计学差异 [$P=0.74$, $RR=1.05$, 95%CI 为 $(0.79, 1.40)$]。

报道术后呕吐的文献共 2 篇^[8,9],Meta 分析结果(图 5)显示,文献间无统计学异质性($P=0.26$, $I^2=22\%$),故采用固定效应模型分析。分析显示 PCEA 和 PCIA 呕吐发生率无统计学差异 [$P=0.37$,

$RR=0.80$, 95%CI 为 $(0.48, 1.31)$]。

报道术后皮肤瘙痒的文献^[8,11,12,14,15]共 5 篇,各研究间无统计学异质性($P=0.63$, $I^2=0\%$),故对其用固定效应模型进行分析,Meta 分析结果(图 6)显示, PCEA 对皮肤瘙痒发生率的影响大于 PCIA,差异有统计学意义 [$P=0.02$, $RR=1.53$, 95%CI 为 $(1.08, 2.16)$]。

对感觉异常的分析共纳入 4 篇文献^[8,9,14],文献间无统计学异质性($P=0.56$, $I^2=0\%$),故采用固定效应模型分析。Meta 分析结果(图 7)显示, PCEA 对感觉异常发生率的影响大于 PCIA,差异有统计学意义 [$P=0.03$, $RR=3.34$, 95%CI 为 $(1.12, 9.98)$]。

3 讨论

脊柱融合术对于患者而言,手术创伤范围较大,失血较多;手术部位神经错综复杂,术后疼痛刺激也更加强烈。目前医学界一致公认:PCEA 是直接作用于手术区域附近,所以镇痛效果明确、快速;而 PCIA 是通过静脉作用于全身镇痛,效果缓慢、持久。

由于术后患者的满意程度及功能的恢复决定了患者术后的总体疗效,而有效的镇痛可减少甚至消除患者的疼痛,使患者在更好的状态下进行术后恢复,因此术后选择合适的镇痛措施十分重要^[16,17]。本 Meta 分析共纳入 8 篇脊柱融合术后行

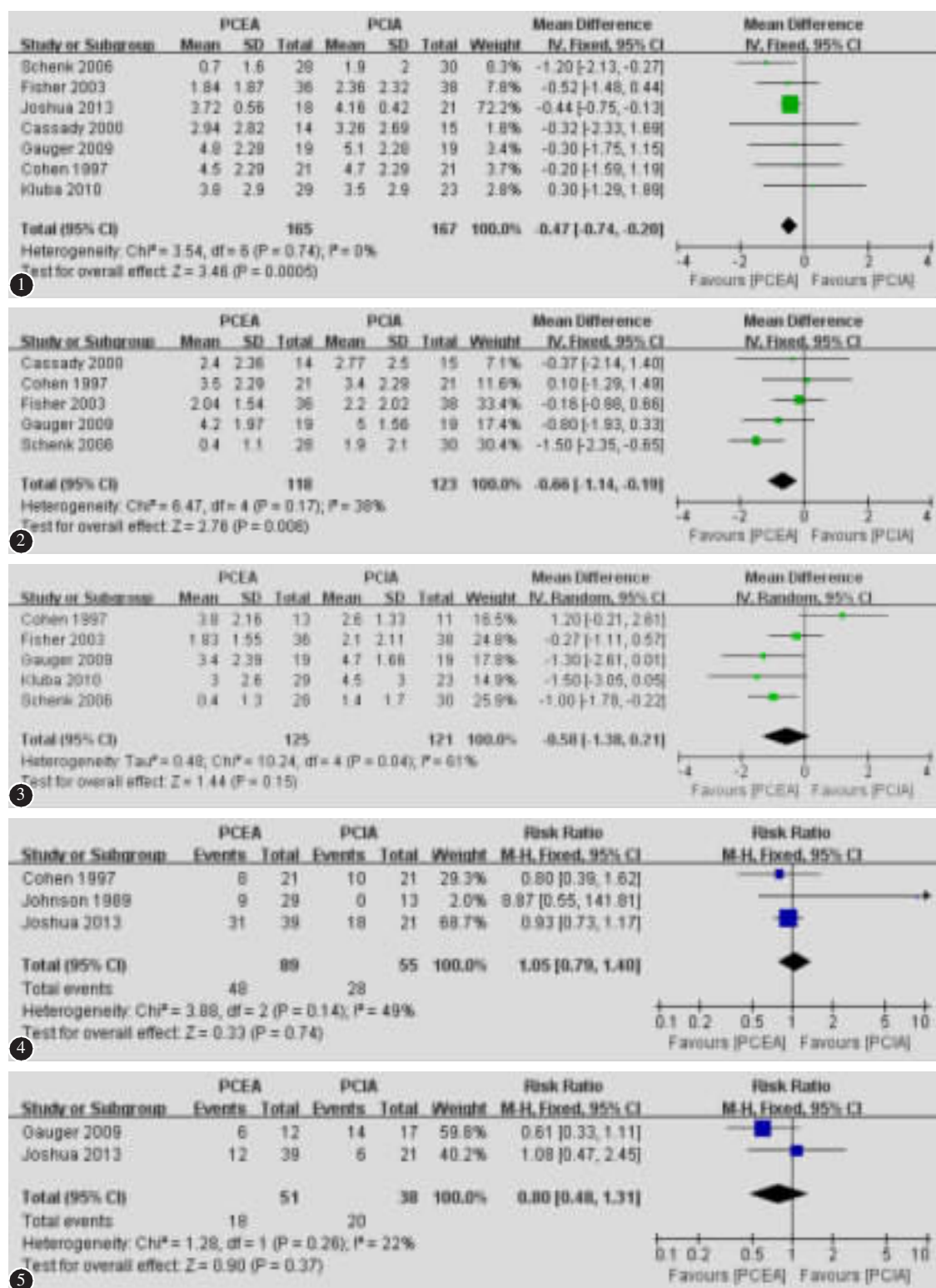


图 1 术后两种镇痛方式第 1 天的 VAS 评分比较 图 2 术后两种镇痛方式第 2 天的 VAS 评分比较 图 3 术后两种镇痛方式第 3 天的 VAS 评分比较 图 4 术后两种镇痛方式的恶心发生率比较 图 5 术后两种镇痛方式的呕吐发生率比较

Figure 1 The postoperative first day's VAS Figure 2 The postoperative second day's VAS Figure 3 The postoperative third day's VAS Figure 4 The postoperative incidence of nausea Figure 5 The postoperative incidence of vomiting

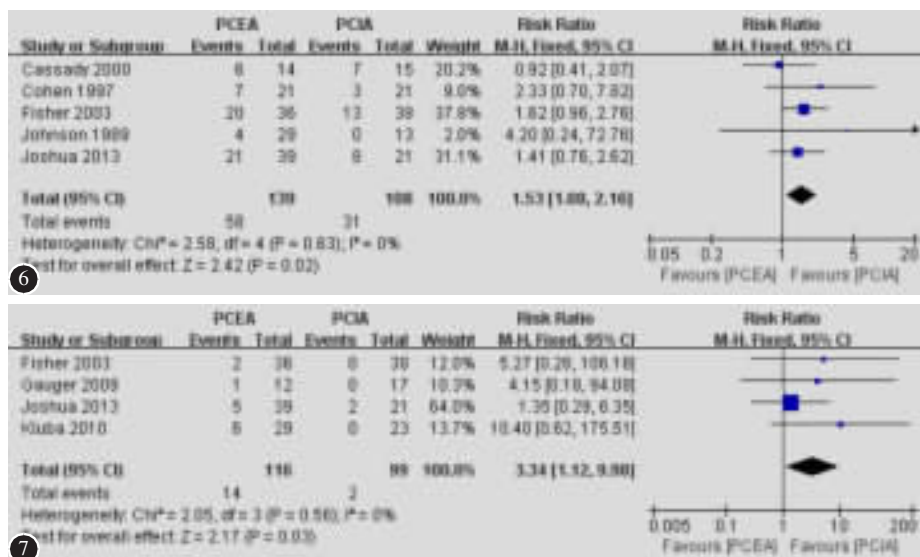


图6 术后两种镇痛方式皮肤瘙痒的发生率比较

Figure 6 The postoperative incidence of Itch of skin

图7 术后两种镇痛方式感觉异常的发生率比较

Figure 7 The postoperative incidence of paresthesia

PCEA和PCIA的文献,包括482例患者,所有文献均为随机对照试验,且所分析的各个文献均有明确纳入和排除标准,均考虑了组间基线的可比性,均报告了退出试验的人数及原因,但部分研究未提及分配隐藏和盲法情况,因此纳入的研究可能存在选择性偏倚、实施偏倚和测量偏倚。

结果显示,使用PCEA进行术后镇痛的患者皮肤瘙痒及感觉异常的发生率高于接受PCIA的患者,但在恶心和呕吐方面PCEA和PCIA组的差异无统计学意义。我们发现只有一篇文献的并发症发生率是PCIA高于PCEA^[12]。我们分析发现,该研究的纳入患者年龄明显低于其他研究。由于种族、基因甚至年龄的差别,使用镇痛药物后产生的不良反应也相应不同^[18]。因此我们建议在将来的试验研究、设计或者分析中,应尽可能选用年龄相仿的纳入人群,以减少年龄偏倚。

有研究报道^[11,19-23],脊柱融合术能产生至少为期3d的术后剧痛,所以我们选用术后3d内的VAS评分来评价两种不同镇痛方式的效果,其结果更加令人信服。本Meta分析结果显示,术后第1天、第2天VAS评分PCEA组的镇痛效果优于PCIA组,但第3天的VAS评分两组差异无统计学意义。由此说明患者术后2d内选择PCEA比PCIA具有更好的镇痛作用,而随着时间推移,PCEA和PCIA在镇痛效果上没有差异。之前的研究结果^[24,25]也体现了上述趋势。理论上,PCEA似

乎是一种控制术后镇痛的理想方法,因为在许多常见的手术如腹腔手术、妇科手术等的手术过程中,它被证明拥有更好的术后镇痛效果^[26,27]。而且PCEA具有更加直接的镇痛机制,从而也减少了阿片类药物的使用量^[11,28]。

但本Meta分析中纳入文献的质量和试验设计还存在较多问题,例如:①可能考虑到临床手术的操作性和特殊性,大部分研究的患者数明显偏小,导致最终的Meta结果可能产生偏差;②纳入研究的术后镇痛所用药物及剂量、速率各不相同,甚至记录疗效的时间也存在差异;③各研究之间的患者年龄也不尽相同;④部分研究无法做到很好的盲法和分配隐藏。由于以上缺陷和不足,因此对本Meta结果的解读必须谨慎。随着所积累的证据越来越多,我们的结论既有可能得到支持,也有可能被推翻。

4 参考文献

1. Ziegeler S, Fritsch E, Bauer C, et al. Therapeutic effect of intrathecal morphine after posterior lumbar interbody fusion surgery: a prospective, double-blind, randomized study [J]. Spine, 2008, 33(22): 2379-2386.
2. Negrini S. Approach to scoliosis changed due to causes other than evidence: patients call for conservative (rehabilitation) experts to join in team orthopedic surgeons[J]. Disabil Rehabil, 2008, 30(10): 731-741.
3. Dolan LA, Weinstein SL. Surgical rates after observation and bracing for adolescent idiopathic scoliosis: an evidence-based

- review[J]. *Spine*, 2007, 32(19 Suppl): S91-S100.
4. Blumenthal S, Borgeat A, Nadig M, et al. Postoperative analgesia after anterior correction of thoracic scoliosis: a prospective randomized study comparing continuous double epidural catheter technique with intravenous morphine[J]. *Spine*, 2006, 31(15): 1646-1651.
 5. Feldstein G, Ramanathan S. Obstetrical lumbar epidural anesthesia in patients with previous posterior spinal fusion for kyphoscoliosis[J]. *Anesth Analg*, 1985, 64(1): 83-85.
 6. Fisher CG, Belanger L, Gofton EG, et al. Prospective randomized clinical trial comparing patient-controlled intravenous analgesia with patient-controlled epidural analgesia after lumbar spinal fusion[J]. *Spine*, 2003, 28(8): 739-743.
 7. Yukawa Y, Kato F, Ito K, et al. A prospective randomized study of preemptive analgesia for postoperative pain in the patients undergoing posterior lumbar interbody fusion: continuous subcutaneous morphine, continuous epidural morphine, and diclofenac sodium[J]. *Spine*, 2005, 30(21): 2357-2361.
 8. Joshua WB, Mickelson J, Hung M, et al. A randomized prospective evaluation of three techniques of post-operative pain management following posterior spinal instrumentation and fusion[J]. *Spine*, 2013, 38(19): 1626-1631.
 9. Gauger VT, Voepel-Lewis TD, Burke CN, et al. Epidural analgesia compared with intravenous analgesia after pediatric posterior spinal fusion[J]. *J Pediatr Orthop*, 2009, 29(6): 588-593.
 10. Kluba T, Hofmann F, Bredanger S, et al. Efficacy of post-operative analgesia after posterior lumbar instrumented fusion for degenerative disc disease: a prospective randomized comparison of epidural catheter and intravenous administration of analgesics[J]. *Orthop Rev(Pavia)*, 2010, 2(1): e9.
 11. Cohen BE, Hartman MB, Wade JT, et al. Postoperative pain control after lumbar spine fusion: patient-controlled analgesia versus continuous epidural analgesia[J]. *Spine*, 1997, 22(16): 1892-1896.
 12. Cassady JF Jr, Lederhaas G, Cancel DD, et al. A randomized comparison of the effects of continuous thoracic epidural analgesia and intravenous patient-controlled analgesia after posterior spinal fusion in adolescents[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2000, 25(3): 246-253.
 13. Schenk MR, Putzier M, Kugler B, et al. Postoperative analgesia after major spine surgery: patient-controlled epidural analgesia versus patient-controlled intravenous analgesia [J]. *Anesth Analg*, 2006, 103(5): 1311-1317.
 14. Fisher CG, Belanger L, Gofton EG, et al. Prospective randomized clinical trial comparing patient-controlled intravenous analgesia with patient-controlled epidural analgesia after lumbar spinal fusion[J]. *Spine*, 2003, 28(8): 739-743.
 15. Johnson RG, Miller M, Murphy M. Intraspinal narcotic analgesia: a comparison of two methods of postoperative pain relief[J]. *Spine*, 1989, 14(4): 363-366.
 16. Block BM, Liu SS, Rowlingson AJ, et al. Efficacy of postoperative epidural analgesia: a meta-analysis[J]. *JAMA*, 2003, 290(18): 2455-2463.
 17. Dolin SJ, Cashman JN, Bland JM. Effectiveness of acute postoperative pain management: I. Evidence from published data [J]. *Br J Anaesth*, 2002, 89(3): 409-423.
 18. Cepeda MS, Farrar JT, Roa JH, et al. Ethnicity influences morphine pharmacokinetics and pharmacodynamics [J]. *Clin Pharmacol Ther*, 2001, 70(4): 351-361.
 19. Bianconi M, Ferraro L, Ricci R, et al. The pharmacokinetics and efficacy of ropivacaine continuous wound instillation after spine fusion surgery [J]. *Anesth Analg*, 2004, 98(1): 166-172.
 20. Gottschalk A, Freitag M, Tank S, et al. Quality of postoperative pain using an intraoperatively placed epidural catheter after major lumbar spinal surgery[J]. *Anesthesiology*, 2004, 101(1): 175-180.
 21. Blumenthal S, Min K, Nadig M, et al. Double epidural catheter with ropivacaine versus intravenous morphine: a comparison for postoperative analgesia after scoliosis correction surgery[J]. *Anesthesiology*, 2005, 102(1): 175-180.
 22. Eilers K, Schenk M, Putzier M, et al. Use of peridural catheters in the treatment of postoperative pain after spinal instrumented fusion: an experience report[J]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 2002, 140(6): 621-625.
 23. Lowry KJ, Tobias J, Kittle D, et al. Postoperative pain control using epidural catheters after anterior spinal fusion for adolescent scoliosis[J]. *Spine*, 2001, 26(11): 1290-1293.
 24. Ngan Kee WD, Lam KK, Chen PP, et al. Comparison of patient-controlled epidural analgesia with patient-controlled intravenous analgesia using pethidine or fentanyl[J]. *Anaesth Intensive Care*, 1997, 25(2): 126-132.
 25. Joshi GP, McCarroll SM, O'Rourke K. Postoperative analgesia after lumbar laminectomy: epidural fentanyl infusion versus patient-controlled intravenous morphine[J]. *Anesth Analg*, 1995, 80(3): 511-514.
 26. Cooper DW, Ryall DM, Desira WR. Extradural fentanyl for postoperative analgesia: predominant spinal or systemic action [J]. *Br J Anaesth*, 1995, 74(2): 184-187.
 27. Correll DJ, Viscusi ER, Grunwald Z, et al. Epidural analgesia compared with intravenous morphine patient-controlled analgesia: postoperative outcome measures after mastectomy with immediate TRAM flap breast reconstruction [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2001, 26(5): 444-449.
 28. Grant RP, Dolman JF, Harper JA, et al. Patient-controlled lumbar epidural fentanyl compared with patient-controlled intravenous fentanyl for post-thoracotomy pain [J]. *Can J Anaesth*, 1992, 39(3): 214-219.

(收稿日期:2014-01-02 末次修回日期:2014-04-13)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)