

颈椎前路减压椎间融合器或自体骨植骨融合治疗颈椎病的 Meta 分析

臧加成¹, 马信龙^{1,2}, 王 涛¹, 马剑雄¹, 田 鹏², 韩 超²

(1 天津医科大学总医院骨科 300052 天津市; 2 天津骨科医院 300211 天津市)

【摘要】目的:系统评价颈椎前路减压椎间融合器(cage)或自体骨植骨融合治疗颈椎病的疗效。**方法:**计算机检索 MEDLINE、EMBASE、Cochrane CENTRAL (First Quarter 2011)、ScienceDirect、OVID、SpringerLink、中国生物医学文献数据库 7 个数据库(时间截至 2011 年 6 月),手工检索 Spine、Euro Spine、JBJS、中华骨科、中国脊柱脊髓等相关杂志,纳入关于颈椎前路减压椎间融合器或自体骨植骨融合治疗颈椎病的 RCT 研究,评价纳入研究的方法学质量。利用 RevMan5.1.1(下载于 Cochrane Library)进行 Meta 分析。选取平均手术时间、失血量、住院时间、并发症发生率、融合率、优良率、取骨处疼痛等指标进行比较。**结果:**经过筛选,11 篇研究符合纳入标准,共 1139 个病例。纳入研究的质量评价等级均较高(A 级 10 个,B 级 1 个)。Meta 分析结果显示:颈椎椎间融合器(cage)融合组与自体骨植骨融合组比较,前者平均术中失血量少于后者[MD=-8.42,95%CI(-15.59,-1.25), $P=0.02$],平均住院时间短于后者[MD=-0.31,95%CI(-0.62,-0.01), $P=0.05$],术后并发症发生率小于后者[OR=0.56,95%CI(0.37,0.83), $P=0.004$],取骨处疼痛二者间存在统计学差异[OR=0.06,95%CI(0.01,0.27), $P=0.0002$];平均手术时间[MD=-14.55,95%CI(-30.79,1.69), $P=0.08$]、融合率[OR=1.44,95%CI(0.70,2.96), $P=0.32$]、优良率[OR=1.39,95%CI(0.92,2.09), $P=0.12$],两种融合方式之间差异无统计学意义。**结论:**颈椎椎间融合器(Cage)与自体骨植骨融合治疗颈椎病都取得了良好的疗效。应用 cage 行椎间融合可以减少术中出血量,缩短住院时间,减少并发症尤其是取骨处疼痛的发生,并且在平均手术时间、融合率、优良率等方面与自体骨植骨融合效果相同。

【关键词】 颈椎病;椎间融合器;自体骨植骨融合;Meta 分析

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.01.08

中图分类号:R681.5 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2012)-01-0037-07

Anterior cervical decompression and fusion (ACDF) with cage placement or autograft for cervical myelopathy, a meta-analysis/ZANG Jiacheng, MA Xinlong, WANG Tao, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2012, 22(1):37~43

【Abstract】 Objective: To investigate the efficacy of anterior cervical decompression and fusion (ACDF) with cage placement or autograft for cervical myelopathy. **Method:** A computer-based online search of Medline, EMBASE, Cochrane CENTRAL (1st Quarter 2011), ScienceDirect, OVID, SpringerLink and China Biological Medicine Database, and hand search of several related journals were performed. The included trials were screened out according to the criterion of inclusion and exclusion. The quality of included trials was evaluated. Data were extracted by two reviewers independently. RevMan 5.1.1 was used for data analysis. The following indexes were used to compare the results: mean operation time, blood loss, inpatient stay, complication rate, fusion rate, excellent to good rate and donor site pain. **Result:** 11 studies involving 1139 patients were included. The levels of included studies were very high. The results of Meta-analysis indicated that statistically significant differences were noted between two procedures for the blood loss [MD=-8.42, 95%CI (-15.59, -1.25), $P=0.02$], inpatient stay [MD=-0.31, 95%CI (-0.62, -0.01), $P=0.05$], complication rate [OR=0.56, 95%CI (0.37, 0.83), $P=0.004$] and donor site pain [OR=0.06, 95%CI (0.01, 0.27), $P=0.0002$]. While no difference were noted for the mean operation time [MD=-14.55, 95%CI (-30.79, 1.69), $P=0.08$], fusion rate [OR=1.44, 95%CI (0.70, 2.96), $P=$

基金项目:天津市卫生局科研基金重点项目(09KR08);天津市卫生局科研基金攻关项目(10KG111)

第一作者简介:男(1983-),硕士在读,研究方向:脊柱外科

电话:(022)28312157 E-mail:zangjch1983@163.com

通讯作者:马信龙 E-mail:maxinlong8686@sina.com

0.32] and excellent and good rate [OR=1.39, 95%CI (0.92, 2.09), $P=0.12$]. **Conclusion:** Both cage and autograft fusion are effective for cervical myelopathy. Compared with autograft, cage can decrease blood loss, shorten inpatient time and decrease the rate of complications, especially the donor site pain. As for the mean operation time, fusion rate and excellent to good rate, 2 procedures are equal.

【Key words】 Cervical myelopathy; Cage; Autograft; Meta-analysis

【Author's address】 Department of Orthopaedics, General Hospital of Tianjin Medical University, Tianjin, 300052, China

自从 Cloward^[1]、Smith 等^[2]采用颈椎前路减压并应用自体髂骨植骨融合(ACDF)治疗颈椎退行性疾病以来, 颈椎病的临床手术疗效取得了非常明显的改进, 75%~80%患者手术效果满意^[3,4]。相比于单纯减压, 减压后并行椎间融合术在治疗神经根型和脊髓型颈椎病时优点较多^[5]。自体髂骨融合的融合率为 83%~97%^[6], 但是, 感染、血肿、长时间站立疼痛为取骨部位常见的并发症^[7,8]。近年来各种移植骨材料和椎间融合器被广泛地开发并应用于临床, cage 融合具有理论上的优势^[9], 但由于缺乏临床随机对照试验, cage 融合临床疗效是否优于自体骨融合, 目前仍存在较大的争议^[10,11]。笔者拟通过本 Meta 分析探讨自体髂骨和椎间融合器两种融合方式治疗此疾病的疗效比较, 为融合材料的选择提供循证医学证据。

1 资料与方法

1.1 文献纳入和排除标准

1.1.1 纳入标准 国内外 1958~2011 年 6 月关于颈椎椎间融合器和自体骨植骨融合治疗颈椎病的研究, 两组患者基线一致(年龄、性别等人口统计学因素、疼痛程度和持续时间、有神经症状患者的比例、初始结果测量值等)的所有随机对照试验(randomized controlled trial, RCT), 语种不限。研究对象性别不限, 通过体格检查和影像学(CT 和/或 MRI)诊断为一或两个节段椎间盘退行性病变, 经非手术治疗无效的患者, 无颈椎手术史。以椎间融合器组作为实验组, 自体骨融合组作为对照组, 两组均采用 Cloward 或 Smith-Robinson 手术方法进行颈椎前路减压, 并分别采用融合器和自体骨进行椎间融合。结局指标: 手术前、后疼痛程度(VAS 评分), 功能改善评分; 平均手术时间、术中出血量、住院时间; 并发症; 术后 1 年优良率; 术后 1 年融合率; 取骨处疼痛; 二次手术率等。

1.1.2 排除标准 ①排除非 RCT 研究; ②排除非退行性颈椎病、二次颈椎手术者、骨折、感染、椎管

内肿瘤、骨肿瘤、骨质疏松等疾病; ③排除其他的干预措施, 如颈椎后路手术, 颈椎前路减压融合加内固定手术以及异体骨、人工骨融合等治疗方法。

1.2 文献检索

1.2.1 数据库检索 计算机检索以下 7 个数据库(时间截至 2011 年 6 月): MEDLINE、EMBASE、Cochrane CENTRAL(Second Quarter 2011)、ScienceDirect、OVID、SpringerLink、中国生物医学文献数据库。英文检索词为“anterior cervical decompression”, “fusion”, “cage”, “autograft”, “Cloward or Smith-Robinson procedure”。中文检索词为“颈椎前路减压”, “融合”, “椎间融合器”, “自体骨移植”, “Cloward 或 Smith-Robinson 方法”。

1.2.2 手工检索期刊 手工检索《Spine》、《Euro Spine》、《The British Journal of Radiology》、《The Journal of Bone and Joint Surgery》、《Orthopedic Clinics of North America》、《中华骨科杂志》、《中华外科杂志》、《中国脊柱脊髓杂志》等, 并对查找到文献的参考文献进行查阅。与有关作者联系, 收集未发表的文献(灰色文献), 包括会议论文等。

1.3 质量评价标准

每一篇文献的题目和摘要由两名研究人员分别独立阅读, 按以上制定的纳入和剔除标准选择适合的研究, 任何可能纳入 Meta 分析的研究都要阅读全文, 如有必要进行翻译。如果两名研究人员对文献评估发生分歧, 可通过讨论协商解决或第三方仲裁决定。

纳入研究的方法学质量评价按照随机对照试验的 5 条质量评价标准进行: ①随机方法是否正确。随机分配的质量分 3 个等级, 包括随机方法正确, 随机方法未描述, 随机方法不正确。②是否作到分配隐藏: 分配隐藏的质量分 4 个等级, 包括隐藏方法正确, 隐藏方法未描述, 隐藏方法不正确, 未采用分配隐藏。③是否采用盲法, 对外科手术而言, 主要看是否采用了评价者盲法。④有无失访或

退出, 对有失访或退出的研究应做意向治疗(intention to treat, ITT)分析。⑤基线情况, 纳入研究各组间人数, 年龄等基线情况是否可比, 以判断选择性偏倚和机遇影响的大小。

如上述 5 条质量评价标准均完全满足且方法学正确, 则该研究存在偏倚的可能性最小(A 级); 如果其中任一条或多条质量评价标准仅为部分满足(方法不清楚者), 则该研究存在相应偏倚的中度可能性(B 级); 如果其中任一条或多条质量评价标准完全不满足(方法错误或未使用), 则该研究存在相应偏倚的高度可能性(C 级)。如研究中未提供有关资料, 则与原作者联系以获得所需资料。

1.4 数据分析

使用 Cochrane 协作网提供的 Revman 5.1 软件对提取的数据做 Meta 分析。首先采用 χ^2 检验临床试验结果的异质性。若 $P < 0.1$, $I^2 > 50\%$ 时, 纳入研究间存在较大异质性。有异质性者, 首先分析异质性产生的原因, 并用敏感性分析处理, 对仍然无法消除统计学异质性的文献, 若其具有临床一致性, 用随机效应模型合并分析。无异质性文献数据, 则选用固定效应模型。计数资料计算优势比(odds ratio, OR) 及 95% 置信区间(confidence interval, CI); 对于计量资料, 当各临床试验对同一疗效指标采用同样的量表测量时, 计算均数差(mean difference, MD)及其 95%CI; 如果使用不同测量工具或不同单位测量同一指标, 则计算标准化均数差值(standardized mean difference, SMD)及 95%CI。若 Meta 分析显示两种手术方式疗效差异具有统计学意义, 则采用漏斗图或失安全系数分析是否存在发表偏倚。

2 结果

2.1 文献检索结果及方法学质量评价和特征

经过初步检索, 共检索到相关文献 135 篇。通过阅读题目及摘要后筛选出 32 篇, 经两名研究人按照纳入和排除标准阅读摘要及全文, 最后纳入 11 篇^[12-21](表 1), 1139 个病例进行评价。研究地点均在海外, 发表语种均为英文。11 篇文献均为研究椎间融合器与自体骨移植融合治疗颈椎病疗效比较的 RCT。纳入文献质量较高, 评价等级 10 篇为 A 级, 1 篇为 B 级。

2.2 Meta 分析结果

2.2.1 平均手术时间 4 个研究^[12,16,18,19]报告了两种融合方式的平均手术时间以及标准差(图 1)。各组间研究有统计学异质性($P < 0.00001$, $I^2 = 91\%$), 采用随机效应模型, 效应量合并分析指标选用 MD。两种手术方法的平均手术时间之间的差异无统计学意义 [$MD = -14.55$, 95%CI (-30.79, 1.69), $P = 0.08$]。

2.2.2 失血量 3 个研究^[16,18,19]报告了两种融合方式术中失血量情况(图 2)。各研究间无统计学异质性($P = 0.79$, $I^2 = 0\%$), 采用固定效应模型; 效应量合并分析指标选用 MD。两种融合方式的平均失血量差异有统计学意义 [$MD = -8.42$, 95%CI (-15.59, -1.25), $P = 0.02$]。

2.2.3 住院时间 5 个研究^[12,14,16,18,21]报告了患者的平均住院时间(图 3)。各研究间无统计学异质性($P = 0.84$, $I^2 = 0\%$), 采用固定效应模型; 效应量合并分析指标选用 MD。患者平均住院时间存在统计学差异 [$MD = -0.31$, 95%CI (-0.62, -0.01), $P = 0.05$]。

2.2.4 并发症发生率 8 个研究^[13,14,17-21]报告了两种融合方法术后并发症的发生率(图 4), cage 组 582 例, 59 例发生并发症(10.1%); 自体髂骨 334 例, 55 例发生并发症(16.5%)。各组研究间无统计学异质性($P = 0.38$, $I^2 = 7\%$), 采用固定效应模型。结果显示两种融合方法术后并发症发生率的差异存在统计学意义 [$OR = 0.56$, 95%CI (0.37, 0.83), $P = 0.004$]。自体髂骨植骨融合组较 cage 组并发症发生率高。Meta 分析结果稳定, 倒漏斗图显示基本对称(图 5)。

2.2.5 融合率 8 个研究^[9,12,15-20]报告了两种融合方式的术后 1 年融合率(图 6)。cage 组术后 1 年融合率为 89.6%, 自体髂骨植骨融合组为 82.2%。各研究间存在统计学异质性($P = 0.03$, $I^2 = 54\%$), 采用随机效应模型。两种融合方式方法的二次手术率差异无统计学意义 [$OR = 1.44$, 95%CI (0.70, 2.96), $P = 0.32$], 说明两种融合方式术后 1 年融合率无明显差异。

2.2.6 优良率 7 个研究^[9,12,14,15,18,19,21]报告了两种融合方式的术后优良率(图 7)。cage 组术后优良率为 77.9%, 自体髂骨植骨融合组为 70.3%。各研究间无统计学异质性($P = 0.44$, $I^2 = 0\%$), 采用固定效应模型。两种融合方式方法的优良率差异无统计学意义 [$OR = 1.39$, 95%CI (0.92, 2.09), $P = 0.12$],

表 1 纳入研究的基本情况
Table 1 Characteristics of the included studies

纳入研究 Included studies	时间 Time	研究例数 Participants (T/C)	融合方式 Fusion methods (T/C)	主要指标 Outcomes	方法学质 量等级 Quality
Hakan ^[12]	2010	40/40	TM/ICAG	平均手术时间、住院时间、融合率、并发症、优良率 mean operation time, inpatient stay, fusion rate, complication, excellent and good rate	A
Bengt ^[13]	2007	12/12	BAK/ICAG	VAS评分、取骨处疼痛、并发症、优良率 VAS, donor site pain, complication, excellent and good rate	A
Suat ^[14]	2007	35/30	PEEK/ICAG	住院时间、JOA 评分、VAS 评分、并发症 inpatient stay, JOA, VAS, complication	A
Claudius ^[15]	2006	50/50	RTC/ICAG	VAS评分、JOA 评分、融合率、再手术率、优良率 VAS, JOA, fusion rate, reoperation rate, excellent and good rate	A
Wigfield ^[16]	2003	11/7	Hedrocel/ICAG	平均手术时间、术中失血量、住院时间、融合率 mean operation time, blood loss, inpatient stay, fusion rate	A
Jeffrey ^[17]	2003	12/14	Hydroxy/ICAG	融合率、并发症、再手术率 fusion rate, complication, reoperation rate	A
Ludek ^[9]	2002	52/51	CFC/ICAG	取骨处疼痛、融合率、优良率 donor site pain, fusion rate, excellent and good rate	A
Christine ^[18]	2002	36/30	TTC/ICAG	手术时间、术中失血量、住院时间、取骨处疼痛、再手术率、融合率、并发症、优良率 mean operation time, blood loss, inpatient stay, donor site pain, reoperation rate, fusion rate, complication, excellent and good rate	A
Robert ^[19]	2000	37/17	BAK/ICAG	手术时间、术中失血量、融合率、并发症、优良率 mean operation time, blood loss, fusion rate, complication, excellent and good rate	A
Hacker ^[20]	2000	346/142	BAK/ICAG	VAS评分、SF-36、融合率、并发症 VAS, SF-36, fusion rate, complication	B
Madawi ^[21]	1996	65/50	BOP/ICAG	住院时间、取骨处疼痛、并发症、优良率 inpatient stay, donor site pain, complication, excellent and good rate	A

注:T;实验组(即 Cage 组,Group of Cage);C;对照组(即自体髂骨融合组,Group of autograft);ICAG:自体髂嵴移植(iliac crest autograft);TM:骨小梁金属融合器(Trabecular Metal);BAK:钛合金融合器(The Bagby and Kuslich cage);RTC:矩形钛合金融合器(rectangular titanium cage);Hedrocel:一种可渗透性钽环融合器;Hydroxy:羟磷灰石;CFC:碳纤维融合器(Carbon Fiber Cage);TTC:钛合金螺纹状椎间融合器(threaded titanium cage);BOP:生物相容性骨传导聚合物(Biocompatible Osteoconductive Polymer)

说明两种融合方式术后 1 年融合率无明显差异。
2.2.7 取骨处疼痛 4 个研究^[13,18,19,21]报告了自体髂骨植骨融合术后 1 年取骨处疼痛的发生率,其发生率为 15.6%(图 8)。各研究间无统计学异质性($P=0.80,I^2=0\%$),采用固定效应模型。自体骨取骨处疼痛较 cage 组差异具有统计学意义 [OR=0.06,95%CI(0.01,0.27), $P=0.0002$]。

3 讨论

3.1 研究质量

本 Meta 分析纳入的 11 个研究均有明确的纳入及排除标准,所有研究均描述了随机方法、分配隐藏、盲法,10 个研究报道无失访病例,虽然纳入文献均为英文,可能存在发表偏倚,全部纳入文献质量都很高,纳入研究存在选择性偏倚、实施偏倚和测量偏倚可能性较小,故本研究结论具有较高

参考价值。
3.2 疗效分析
近年来,尽管非融合技术如颈椎间盘置换术在治疗颈椎退行性病和神经根病引起了广泛的关注^[22,23],但是这种方法在改善临床疗效方面缺乏足够的证据。颈椎前路减压融合技术仍然是治疗该病的标准治疗方法^[1,2,24]。单纯减压后由于椎体移动导致的脊柱后凸常会引起椎间高度下降、神经通道变窄和颈椎排列紊乱等不良临床结果^[25]。自体骨是能将骨诱导、骨传导和骨再生完美结合的唯一材料,所以被公认为是脊柱融合材料的金标准^[26],但自体骨移植融合由于自体骨的塌陷同样可以导致上述问题的发生。为了避免脊柱排列紊乱和取骨处疼痛的并发症,在过去的十几年里,各种椎间融合器被广泛地研发并应用于颈椎和腰椎融合手术。cage 的临床疗效是否真的优于自体

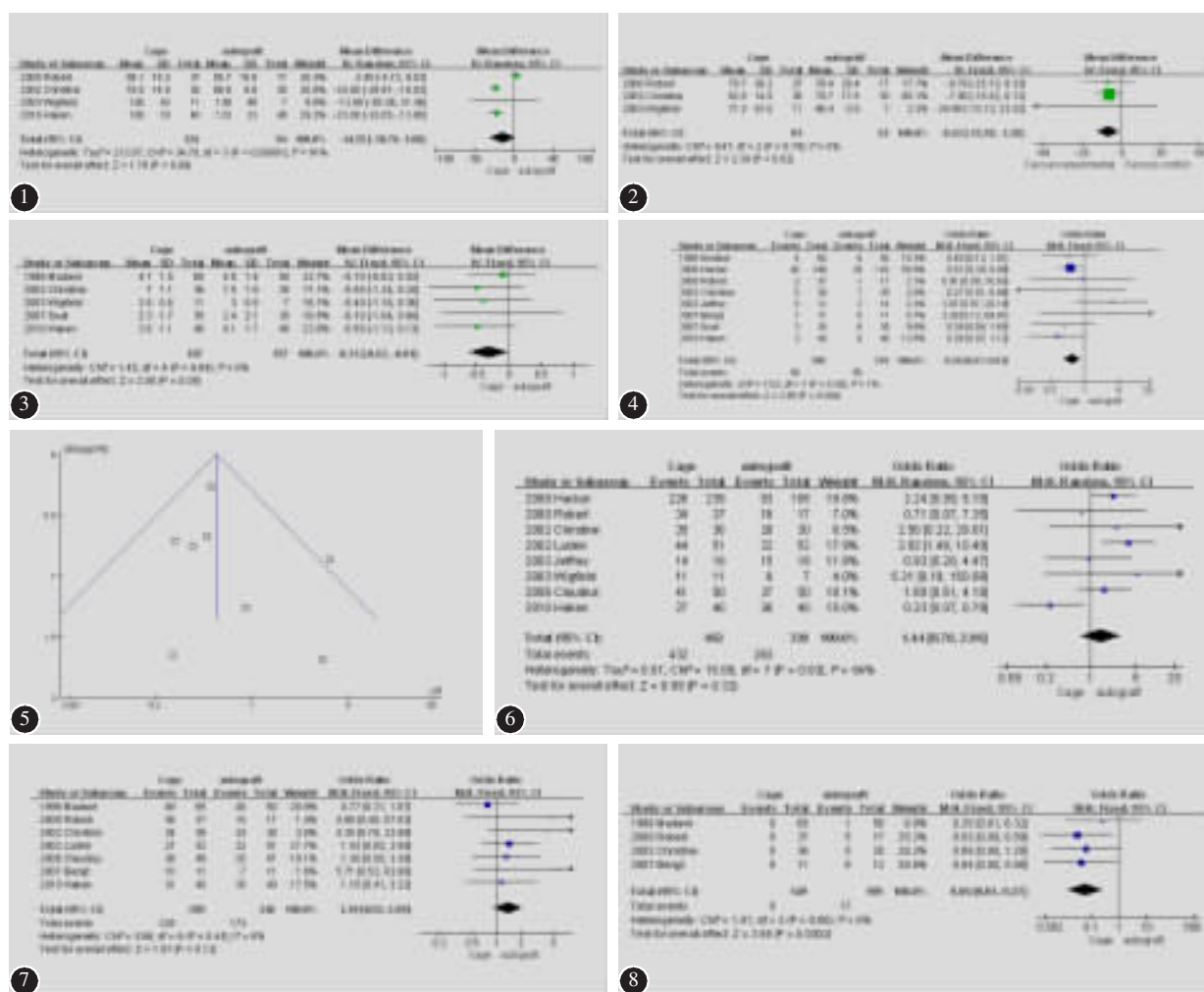


图 1 cage 组与自体髂骨融合组平均手术时间的比较($P=0.08$) 图 2 cage 组与自体髂骨融合组术中出血量的比较($P=0.02$) 图 3 cage 组与自体髂骨融合组平均住院时间的比较($P=0.05$) 图 4 cage 组与自体髂骨融合组术后并发症发生率的比较($P=0.004$) 图 5 两组术后并发症倒漏斗图 图 6 cage 组与自体髂骨融合组术后 1 年融合率的比较($P=0.32$) 图 7 cage 与自体髂骨融合术优良率的比较($P=0.12$) 图 8 自体髂骨取骨处疼痛两组比较($P=0.0002$)

Figure 1 Meta-analysis of mean operation time between cage and autograft fusion ($P=0.08$) **Figure 2** Meta-analysis of blood loss between cage and autograft fusion ($P=0.02$) **Figure 3** Meta-analysis of inpatient stay between cage and autograft fusion ($P=0.05$) **Figure 4** Meta-analysis of complication rate between cage and autograft fusion ($P=0.004$) **Figure 5** Funnel plot of postoperative complications **Figure 6** Meta-analysis of one year fusion rate between cage and autograft fusion($P=0.32$) **Figure 7** Meta-analysis of excellent and good rate between cage and autograft fusion($P=0.12$) **Figure 8** Meta-analysis of donor site pain between cage and autograft fusion($P=0.0002$)

骨移植融合目前仍存在着较大的争议,临床中融合材料的选择也存在着许多分歧。许多 RCT 及回顾性分析发现两种融合方式在治疗颈椎病的长期疗效如疼痛的减轻、融合率以及总体满意度等指标并没有显著性差异^[12,27,28]。

本研究发现,两种融合方式在平均手术时间上无明显差异。因为颈椎前路减压均采用 Cloward 或 Smith-Robinson 标准方法,自体髂骨取骨与

cage 准备时间基本相同,所以手术时间并无明显差异。与文献报道的结果一致^[12,16,18,19]。

两种融合方式在术中出血量、平均住院时间存在显著性差异。自体髂骨融合组手术中出血量要多于 cage 组,自体髂骨取骨时会有一定量的出血,可能导致出血量的差异。cage 组平均住院时间要少于自体骨融合组,由于自体骨取骨处需要一些术后处理,且有可能发生感染、血肿等并发

症,这些因素可能会导致住院时间的延长。

在并发症发生率方面,cage 要优于自体髂骨移植融合,这点在临床中是非常显著的,本研究发现,两种融合方式术后并发症发生率自体髂骨植骨融合组要高于 cage 组($P=0.004$)。结果与 Jacobs 等^[6]的系统评价是一致的。尽管经典的 Cloward 或 Smith-Robinson 手术取得了普遍满意的临床疗效,但脊柱后凸畸形、移植骨块塌陷、症状反复和取骨处长期疼痛的并发症仍较容易发生^[19]。自体髂骨植骨取骨处疼痛不适是较常见的并发症,而 cage 融合可避免之,但本研究发现自体骨取骨处疼痛在两种融合方式中差异存在统计学意义。倒漏斗图显示纳入文献基本位于 95%CI 内,Meta 分析发生偏倚可能性小,结果稳定、可靠。

融合率的高低是应用各种融合技术最基本和最重要的理论依据。融合是为了使椎体间活动度减小,脊柱达到相对稳定状态,降低由椎体不稳引起的并发症。本研究发现 cage 与自体髂骨融合术后 1 年融合率并无显著差异($P=0.32$),两种融合方式在术后 1 年均具有较高的融合率,cage 组术后 1 年融合率为 89.6%,自体髂骨植骨融合组为 82.2%。说明无论选择何种融合手段,术后 1 年均能取得较高的椎间融合结果。

两种融合方式优良率比较无显著统计学差异,二者术后满意度都较高,cage 组和自体骨融合组分别为 77.9%和 70.3%。说明两种融合方式治疗颈椎退行性病都取得了良好的疗效。

此外,由于纳入文献对比指标较多,且数据描述方法纷杂,并未能对所有指标进行合并分析。Suat 等^[14]和 Claudius 等^[15]采用 JOA 评分来评价患者功能改善情况,发现两种融合方式术后患者功能均有明显改善,且具有统计学意义,但两种融合方式之间并无显著差异。有四个文献^[13-15,20]评价了患者 VAS 评分,由于数据表达不统一,未对其进行合并。他们发现无论哪种融合方式,患者术后 VAS 疼痛评分均有明显降低,但两组间无统计学意义。从此可以看出,两种融合方式在对患者疼痛和功能改善方面均取得了良好的疗效。

虽然少有研究提到了 cage 与自体骨植骨的成本问题,但在临床上这个问题必须被广泛关注。Siddiqui 等^[29]研究发现自体骨移植与 cage 融合在临床并发症、融合率及患者功能等方面并无明显差异,如果以每年 20 例椎间融合术计算,自体骨

移植将较 cage 融合减少大约 8000 英镑的费用。尤其像我们这样医疗保障体系尚未十分健全的发展中国家,在可以达到相似临床疗效时,临床医生选择手术方式应该衡量患者的经济承受能力和临床效果之间的关系。

4 参考文献

1. Cloward RB. The anterior approach for removal of ruptured cervical disks. 1958[J]. J Neurosurg Spine, 2007, 6(5): 496-511.
2. Smith GW, Robinson RA. The treatment of certain cervical-spine disorders by anterior removal of the intervertebral disc and interbody fusion [J]. J Bone Joint Surg Am, 1958, 40(3): 607-624.
3. Peolsson A, Vavruch L, Hedlund R. Long-term randomised comparison between a carbon fibre cage and the Cloward procedure in the cervical spine[J]. Eur Spine J, 2007, 16(2): 173-178.
4. Ryu SI, Mitchell M, Kim DH. A prospective randomized study comparing a cervical carbon fiber cage to the Smith-Robinson technique with allograft and plating: up to 24 months follow-up[J]. Eur Spine J, 2006, 15(2): 157-164.
5. Thorell W, Cooper J, Hellbusch L, et al. The long-term clinical outcome of patients undergoing anterior cervical discectomy with and without intervertebral bone graft placement [J]. Neurosurg, 1998, 43(2): 268-274.
6. Jacobs W, Willems PC, Kruijt M, et al. Systematic review of anterior interbody fusion techniques for single- and double-level cervical degenerative disc disease [J]. Spine, 2011, 36(14): E950-E960.
7. Pollock R, Alcelik I, Bhatia C, et al. Donor site morbidity following iliac crest bone harvesting for cervical fusion: a comparison between minimally invasive and open techniques[J]. Eur Spine J, 2008, 17(6): 845-852.
8. Merritt AL, Spinnicke A, Pettigrew K, et al. Gluteal-sparing approach for posterior iliac crest bone graft: description of a new technique and assessment of morbidity in ninety-two patients after spinal fusion[J]. Spine, 2010, 35(14): 1396-1400.
9. Vavruch L, Hedlund R, Javid D, et al. A prospective randomized comparison between the cloward procedure and a carbon fiber cage in the cervical spine: a clinical and radiologic study[J]. Spine, 2002, 27(16): 1694-1701.
10. Wigfield CC, Nelson RJ. Nonautologous interbody fusion materials in cervical spine surgery: how strong is the evidence to justify their use[J]? Spine, 2001, 26(6): 687-694.
11. Samartzis D, Shen FH, Goldberg EJ, et al. Is autograft the gold standard in achieving radiographic fusion in one-level anterior cervical discectomy and fusion with rigid anterior plate fixation[J]? Spine, 2005, 30(15): 1756-1761.
12. Lofgren H, Engquist M, Hoffmann P, et al. Clinical and radiological evaluation of Trabecular Metal and the Smith-CR Robin-

- son technique in anterior cervical fusion for degenerative disease:a prospective, randomized, controlled study with 2-year follow-up[J].*Eur Spine J*, 2010, 19(3):464-473.
13. Lind BI, Zoega B, Ros'n H. Autograft versus interbody fusion cage without plate fixation in the cervical spine:a randomized clinical study using radiostereometry [J].*Eur Spine J*, 2007, 16(8):1251-1256.
14. Elik SE, Kara A. A comparison of changes over time in cervical foraminal height after tricortical iliac graft or polyetheretherketone cage placement following anterior discectomy[J].*J Neurosurg Spine*, 2007, 6(1):10-16.
15. Thome C, Leheta O, Krauss JK, et al. A prospective randomized comparison of rectangular titanium cage fusion and iliac crest autograft fusion in patients undergoing anterior cervical discectomy[J].*J Neurosurg Spine*, 2006, 4(1):1-9.
16. Wigfield C, Robertson J, Gill S, et al. Clinical experience with porous tantalum cervical interbody implants in a prospective randomized controlled trial [J].*Br J Neurosurg*, 2003, 17(5):418-425.
17. McConnell JR, Freeman BJC, Debnath UK, et al. A prospective randomized comparison of coralline hydroxyapatite with autograft in cervical interbody fusion [J].*Spine*, 2003, 28(4):317-323.
18. Brlocher CB, Barth A, Krauss JK, et al. Comparative evaluation of microdiscectomy only, autograft fusion, polymethylmethacrylate interposition, and threaded titanium cage fusion for treatment of single-level cervical disc disease;a prospective randomized study in 125 patients [J].*Neurosurg Focus*, 2002, 12(1):1-7.
19. Robert H. A randomized prospective study of an anterior cervical interbody fusion device with a minimum of 2 years of follow-up results[J].*Neurosurg*, 2000, 93(2 Suppl):222-226.
20. Hacker RJ, Cauthen JC, Gilbert TJ, et al. A prospective randomized multicenter clinical evaluation of an anterior cervical fusion cage[J].*Spine* 2000, 25(20):2646-2655.
21. Madawi AA, Powell M, Crockard HA. Biocompatible osteoconductive polymer versus iliac graft;a prospective comparative study for the evaluation of fusion pattern after anterior cervical discectomy[J].*Spine*, 1996, 21(18):2123-2129.
22. Goffin J, Van Calenbergh F, van Loon J, et al. Intermediate follow-up after treatment of degenerative disc disease with the Bryan cervical disc prosthesis:single-level and bi-level [J].*Spine*, 2003, 28(24):2673-2678.
23. Yang S, Wu X, Hu Y, et al. Early and intermediate follow-up results after treatment of degenerative disc disease with the Bryan cervical disc prosthesis:single-and multiple-level [J].*Spine*, 2008, 33(12):E371-377.
24. Gore DR, Sepic SB. Anterior discectomy and fusion for painful cervical disc disease:a report of 50 patients with an average follow-up of 21 years [J].*Spine*, 1998, 23(19):2047-2051.
25. Dan NG. Spinal angulation after anterior discectomy and graft-less fusion[J].*J Clin Neurosci*, 2000, 7(2):124.
26. Vaccaro AR, Chiba K, Heller JG, et al. Bone grafting alternatives in spinal surgery[J].*Spine*, 2002, 2(3):206-215.
27. Hamburger C, Festenberg FV, Uhl E. Ventral discectomy with PMMA interbody fusion for cervical disc disease:long-term results in 249 patients[J].*Spine*, 2001, 26(3):249-255.
28. Jacobs W, Willems P, van Limbeek J, et al. Single or double-level anterior interbody fusion techniques for cervical degenerative disc disease [J].*Cochrane Db Syst Rev*, 2011, 19(1):CD004958.
29. Siddiqui A, Jackowski A. Cage versus tricortical graft for cervical interbody fusion;a prospective randomised study [J].*J Bone Joint Surg Br*, 2003, 85(7):1019-1025.

(收稿日期:2011-10-09 修回日期:2011-11-28)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)