

脊柱融合术的现状与思考

伍骥, 郑超, 杜俊杰

(空军军医大学空军特色医学中心骨科, 北京 100036)

关键词 脊柱融合术; 内固定; 植骨

中图分类号: R687.4

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20230734

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Current situation and thinking of spinal fusion surgery

WU Ji, ZHENG Chao, DU Jun-jie (Department of Orthopaedics, Air Force Medical Center, Air Force Military Medical University, Beijing 100036, China)

KEYWORDS Spinal fusion; Internal fixation; Bone grafting



(伍骥教授)

脊柱融合的理念源始于关节融合技术,即用不动的关节来替代随活动而疼痛的关节。脊柱融合与骨折愈合不同,前者是通过特定的外科技术和材料来实现骨组织终身生物性连接,让“链条式脊柱”变成“柱式脊柱”(并非理想的生理模式脊柱),达到治疗部分脊柱疾病的目的。

力学的相互关系^[3]。此后, Luque、Roy-camille、Steffe、Dick、C-D 系统等技术相继应用于脊柱临床(笔者均经历过这些手术)。

进入 20 世纪 90 年代,椎间融合器(钛、碳、PEEK 等)的出现,明显地提高了融合节段的稳定性,进一步提高了脊柱的融合率,并减少了对外固定的依赖^[4]。20 世纪中后叶, Dwyer、Zielke、Kaneda、饶氏椎体钉(华西医科大学,笔者导师)及各种改良脊柱前路内固定装置被相继用于前柱融合术(笔者也经历过这些手术)。从 Wolff 定律上看前柱融合更符合脊柱的生物力学特性,并具有一定的植骨面积,有利于脊柱融合^[3-4]。众所周知,单纯的机械固定难以长时间维持,脊柱节段间活动常常导致内置物的失败;无内固定的单纯融合,假关节好发而导致了较高的融合失败;结合内固定器械的融合亦是当今的主流技术^[3-8]。

进入 21 世纪以来,各种自体骨的替代材料,如骨形态发生蛋白-2 (bone morphogenetic protein-2, BMP-2) 被用于临床,明显地提高了脊柱的融合率。由此,脊柱融合手术的适应证由先前的感染性疾病、骨折、畸形,广泛地扩展到脊柱退变性疾病^[5-9]。

1 脊柱融合手术的发展简史

脊柱融合技术从开始、发展、到现在已经有 113 年了,算得上骨科领域中的“百年外科技术”。ALBEE^[1]和 HIBBS^[2]率先使用脊柱融合技术于脊柱结核等感染性脊柱疾病的治疗。在取得初期临床效果后,发现术后脊柱的融合率不高、假关节形成、疾病难以控制、需要长时间卧床或石膏固定、患者依从性差、并发症高、翻修率高。在 20 世纪 80 年代,笔者还参加过这样的脊柱滑脱和结核的融合手术,即无内固定的腰椎后外侧融合,包括预制植骨床、自体髂骨移植、石膏固定等。随后,结合内固定置入的脊柱融合手术,即固定融合技术得到快速地发展。这类技术常被用于治疗脊柱的畸形、创伤。Hodawarth 钢板、Harrington 技术的出现标志着脊柱融合进入了一个里程碑时代,并开始研究脊柱稳定与脊柱融合生物

2 脊柱融合术的现状

进入 21 世纪,随着对退变性疾病认识的提高,人口老龄化及发病率增加,外科技术的快速发展,脊柱融合技术应用得更加普遍^[5-8,10]。脊柱融合从短节段到长节段,从前路到后路;从脊柱的 180°融合(本期张凯等^[5]、李明阳等^[6]、曾忠友等^[7]的研究就属于 180°的脊柱前柱融合的范畴),到 270°、360°融合;从开放到微创(本期张凯等^[5]、李明阳等^[6]、曾忠友等^[7]的研究均属于微创融合的范畴);从静态固定技术到更加符合骨生长的微动固定融合技术^[4-7]。

基金项目:军队医学创新工程重点项目(编号:18CXZ018)

Fund project: Military Medical Innovation Engineering Key Project (No. 18CXZ018)

通讯作者: 伍骥 E-mail: bjwuji@sina.com

Corresponding author: WU Ji E-mail: bjwuji@sina.com

自体骨、同种异体、生物活性替代材料、3D 骨诱导界面打印等材料的使用和联合使用,促进了脊柱融合^[5,10-12]。

为了减少融合手术的副损伤、加快术后康复,近年来微创外科、精准外科、导航技术、人工智能、ERAS 等现代理念和技术迅猛发展。如本期张凯等^[5]的有关骨科机器人辅助置钉就是机器人与微创技术结合在脊柱融合手术中的体现^[13]。

3 脊柱融合手术的要点

脊柱融合手术的终点就是要达到手术目标节段的生物骨性融合。然而,假关节的形成依然是临床棘手的问题,常常导致整个手术的失败^[7,12,14]。融合失败,极大可能导致内植物的断裂、位移、畸形复发、症状复燃、反复多次手术。翻修手术的难度更大、并发症更多、不融合率更高、经济消耗更大、康复更难,导致患者很大的身心伤害。因此,确保脊柱融合术成功是关键。

3.1 融合材料

生物融合的材料应该具有成骨性、骨诱导性、骨传导性,学术界公认的“金标准”依然是自体骨,因为具有良好的上述三种特性。本期曾忠友等^[7]报道 547 例脊柱融合术中有 23 例于初次手术后 3 个月内接受了再次手术,其中原因有初次手术时融合器内植骨为同种异体骨,这些材料不具有成骨性和骨诱导性。

笔者主张选用患者髂后上棘或髂前上棘(根据手术入路的不同)的优质和丰富的骨质(松质骨、松质皮质骨、三皮质骨)、同时收集髓面的优质骨髓(富含细胞活性成分);如果是多个节段的融合(如侧弯矫形手术),自体骨量有限时适当联合使用骨替代生物材料、骨促进剂(BMP-2),有助于弥补自体骨的不足,以力争目标节段的骨性融合。

3.2 植骨床、面积及植骨量

预制好富含血供的植骨床(前柱或后柱)是保证融合的前提^[14]。清除软组织、去皮质骨的深度和范围、清除关节面软骨、处理上或下终板、预制足够的面积等,这些均是融合技术的具体内容,绝不可忽视。植骨量和面积关系着融合率的高低^[14]。本期李明阳等^[6]经过 12~36 个月随访发现,随着植骨面积的占比增加早期融合率及融合评分均明显提高。当自体植骨量 <5 ml 时,存在植骨不融合的可能性^[14]。

3.3 融合部位

脊柱的前柱位于压力带,后柱属于张力带。根据 Wolff 定律^[15],在压力带植骨更有利于脊柱融合。本期张凯等^[5]、李明阳等^[6]、曾忠友等^[7]采用的均是脊柱前柱融合,符合压力带植骨更有利于骨长入的生

物力学特性^[14],这就是临床中要尽量选择脊柱前柱融合的生物力学理由。笔者在临床中常常也是这样做的。

3.4 自始至终原则

在脊柱融合手术中,术者要自始至终“跑好”融合手术的最后“一公里”,即植骨的过程。既要重视内固定的实施和病损的处理,又不能忽视植骨的操作,更不要把植骨过程视为手术的“尾声”而草率结束。其实,这最后“一步”决定了整个手术成败,一旦融合失败就可能会“牵一发而动全身”。

3.5 手术指征

严格把握脊柱融合的手术指征,防止手术扩大化。目前,临床上大约有超过 75% 的融合手术用来治疗疼痛性退变性脊柱疾患^[5-8,16]。然而,脊柱融合术的长期临床效果又不完全与融合的实际状况相关^[17]。严格把握好融合手术指征,不仅可以减少不必要的手术创伤,还可以避免因融合而改变脊柱生物力学并由此带来的相关并发症,如邻近节段的退变及疾病^[18]。

尽管,在融合手术中做好了上述技术层面的方方面面,依然有某些已知和未知的因素影响到融合的结局,包括患者全身和局部的因素,这些尚需进一步循证医学的研究^[19]。

3.6 评估融合

临床上如何评判术后脊柱是否得到融合,始终是一个有争议的学术问题,并难以把握。尽管目前临床的评价方法很多,但学术界更倾向于:脊柱 CT 和(或)动力位的放射学评估。如 FDA 指南对骨性融合的认定是:(1)脊柱节段间有明确骨小梁桥接。(2)节段间相互移动 <3 mm。(3)节段间活动 $<5^\circ$ 成角^[20]。本期李明阳等^[6]采用 CT 来评估,如显示连续相邻椎体间有骨小梁的形成(改良 Brantigan 评分 ≥ 3 分),即可判断骨性融合。

笔者认为,当术后随访时间不到 9~12 个月时,就得出“完全骨性融合”的临床结论可能有些仓促,应该谨慎^[20]。本期李明洋等的研究随访时间在 12~36 个月,骨性融合的评价结果具有可信性。

3.7 非植骨的固定融合

正如本文前面所提及的,现代脊柱融合手术绝大多数属于内固定和植骨或生物材料的联合应用。但是,临床上有一些少数病种或病例,可以通过单纯脊柱内固定达到病损节段的自生融合。这些疾病包括一些可以有效控制的感染性脊柱疾病,如本期寇贤帅等^[9]氏发表的在有效药物治疗基础上,彻底清除病灶,采用椎弓根钉棒系统固定并联合术后腰围制动,为脊柱后柱提供一定的即刻稳定性,稳定力学环境,

直至愈合,同时避免因取自体骨所导致的缺点及并发症。但必须严格把握手术指征、谨慎选择病例。

笔者认为,该术式仅仅适用于脊柱的稳定性未受到原有病损和医源性手术的破坏、具有可靠的内固定和术后外固定、病损容易被控制、具有治愈和自身修复的潜力,或处于生长期的脊柱畸形患者等。

4 未来展望

(1)对于不断增多的退变性脊柱疾病患者,如何科学评价脊柱融合术后长期效果和准确把握手术指针,仍然需要更加严格的循证医学研究。(2)现代医学生物技术,如基因疗法(gene therapy),将可能进一步提高脊柱融合率^[10]。通过提高并维持局部高浓度的成骨和骨诱导成分,明显促进骨长入及融合,有望不久应用于临床。然而,基因疗法依然有一些需要关注的各种安全性问题,如基因毒理、基因静默等。(3)融合器界面生物医学特性的改进,将更有利于骨长入和融合^[11]。(4)优化内固定的生物力学性能,借助“机械融合”促进最终的脊柱“生物融合”。(5)微创脊柱融合技术具有创伤小、出血少、感染率低、恢复快的优势,但其适应症、技术边界、长期临床结果等仍然需要高质量的循证医学研究^[13]。(6)“卫生经济学”也是国家、社会、患者和家庭必须关注的现实问题。面对融合手术中各种高科技元素,不仅疗效要优,同时还要用得起,负担得了^[10]。

脊柱融合,这一“百年外科技术”:薪火百年,与时偕行。

参考文献

- [1] ALBEE F H. Transplantation of a portion of the tibia into the spine for Pott's disease: a preliminary report 1911[J]. Clin Orthop Relat Res, 2007, 460: 14-16.
- [2] HIBBS R. An operation for progressive spinal deformity[J]. N Y Med J, 1911, 93: 1013-1016.
- [3] DE KUNDER S L, RIJKERS K, CAELERS I J M H, et al. Lumbar interbody fusion: a historical overview and a future perspective[J]. Spine, 2018, 43(16): 1161-1168.
- [4] JAIN P, RANA M, BISWAS J K, et al. Biomechanics of spinal implants-a review[J]. Biomed Phys Eng Express, 2020, 6(4): 042002.
- [5] 张凯, 范喜荣, 赵常春, 等. 骨科机器人辅助置钉下全内镜化经椎间孔腰椎椎间融合术治疗腰椎间盘突出症伴腰椎不稳[J]. 中国骨伤, 2024, 37(8): 750-755.
- [6] ZHANG K, FAN X R, ZHAO C C, et al. Orthopedic robot-assisted endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar disc herniation with lumbar instability[J]. China J Orthop Traumatol, 2024, 37(8): 750-755. Chinese.
- [7] 李明阳, 张大鹏, 崔志栋, 等. 椎间植骨面积对单节段腰椎后路减压椎间植骨融合效果的影响[J]. 中国骨伤, 2024, 37(8): 772-778.
- [8] LI M Y, ZHANG D P, CUI Z D. Effect of intervertebral bone graft area on the effect of single-level posterior lumbar decompression and bone graft fusion[J]. China J Orthop Traumatol, 2024, 37(8): 772-778. Chinese.
- [9] 曾忠友, 何登伟, 倪文飞, 等. 斜外侧椎间融合技术术后手术原因与策略[J]. 中国骨伤, 2024, 37(8): 756-764.
- [10] ZENG Z Y, HE D W, NI W F, et al. Reasons and strategies of re-operation after oblique lateral interbody fusion[J]. China J Orthop Traumatol, 2024, 37(8): 756-764. Chinese.
- [11] MARTIN B I, MIRZA S K, SPINA N, et al. Trends in lumbar fusion procedure rates and associated hospital costs for degenerative spinal diseases in the United States, 2004 to 2015[J]. Spine, 2019, 44(5): 369-376.
- [12] 寇贤帅, 舍炜, 马贵福, 等. I 期经后路病灶清除椎管内固定术治疗腰椎布鲁杆菌性脊柱炎[J]. 中国骨伤, 2024, 37(8): 764-771.
- [13] KOU X S, SHE W, MA G F, et al. One-stage posterior debridement and spinal internal fixation for the treatment of lumbar brucellar spondylitis[J]. China J Orthop Traumatol, 2024, 37(8): 764-771. Chinese.
- [14] COTTRILL E, PENNINGTON Z, SATTAH N, et al. Gene therapy and spinal fusion: systematic review and meta-analysis of the available data[J]. World Neurosurg, 2024, 186: 219-234.e4.
- [15] ENDERS J J, COUGHLIN D, MROZ T E, et al. Surface technologies in spinal fusion[J]. Neurosurg Clin N Am, 2020, 31(1): 57-64.
- [16] BUCHOWSKI J M, ADOGWA O. What's new in spine surgery[J]. J Bone Joint Surg Am, 2021, 103(12): 1047-1053.
- [17] 叶晓健. 机器人手术在脊柱外科手术中发挥的精准安全和微创高效作用[J]. 中国骨伤, 2022, 35(2): 99-100.
- [18] YE X J. Robotic surgery plays a precise, safe, minimally invasive and efficient role in spinal surgery[J]. China J Orthop Traumatol, 2022, 35(2): 99-100. Chinese.
- [19] CRUZ A, ROPPER A E, XU D S, et al. Failure in lumbar spinal fusion and current management modalities [J]. Semin Plast Surg, 2021, 35(1): 54-62.
- [20] TURNER C H. Three rules for bone adaptation to mechanical stimuli[J]. Bone, 1998, 23(5): 399.
- [21] DEYO R A, WEINSTEIN J N. Low back pain[J]. N Engl J Med, 2001, 344(5): 363-370.
- [22] GIBSON J N, WADDELL G. Surgery for degenerative lumbar spondylosis: updated Cochrane Review[J]. Spine, 2005, 30(20): 2312-2320.
- [23] CANNIZZARO D, ANANIA C D, SAFA A, et al. Lumbar adjacent segment degeneration after spinal fusion surgery: a systematic review and meta-analysis. Meta-Analysis[J]. J Neurosurg Sci, 2023, 67(6): 740-749.
- [24] CHEN R G, ZOU K, LIU J J, et al. Do modic changes affect the fusion rate in spinal interbody fusion surgery? A systematic review and network meta-analysis[J]. J Clin Neurosci, 2024, 125: 110-119.
- [25] BENSON J C, LEHMAN V T, SEBASTIAN A S, et al. Successful fusion versus pseudarthrosis after spinal instrumentation: a comprehensive imaging review[J]. Neuroradiology, 2022, 64(9): 1719-1728.

(收稿日期: 2024-07-26 本文编辑: 王玉蔓)