

腰椎椎间融合器融合的影像学评定进展

滕海军, 孙海燕, 王谦军, 张荣峰, 宋元晋, 易红雷, 张大海

(解放军第 89 医院脊柱外科 261012 山东省潍坊市)

中图分类号: R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2008)-06-0473-03

近年来腰椎椎间融合器在临床的应用越来越广泛, 它既可经前路行腰椎椎间融合 (anterior lumbar interbody fusion, ALIF), 也可经后路行腰椎椎间融合 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF), 还可以经椎间孔入路行椎间融合 (transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)^[1-7]。目前判定椎间是否获得融合通常根据腰椎前后位、侧位、动力位及 Ferguson 位 X 线片, 但在使用椎间融合器的情况下, 通过影像学资料判断椎体间是否融合较为困难, 尤其是在应用金属椎间融合器的情况下。目前, 对椎间融合的评价标准较多, 但尚无统一、明确的非侵入性标准。现就其影像学评定现状综述如下。

1 X 线片评定

腰椎椎间融合成功的定义仍有争议, 通常来说有连续性骨桥通过 cage 是椎间融合最理想的结果, 松质骨桥通过 cage 是成功融合的唯一参数。目前临床上评价椎间融合采用较多的标准是: cage 与椎体之间有骨桥穿过椎间隙或骨密度增加且无放射透光线形成^[8]; 也有人将坚强的纤维性连接称为融合成功^[9,10]; 还有人将虽没有骨桥穿过融合区但有稳定表现者称为功能性稳定^[10]。Ray^[11]将融合成功定义为: 屈伸动力位 X 线片上椎体间没有位移或角度改变, 且 cage 周围没有透亮区。目前 FDA 认为的影像学判定椎体间融合的标准为: ①伸、屈位 X 线片上椎体间角度变化小于 5°; ②cage 周围不透亮, 没有偏移。尽管达到以上标准表明椎体间融合器稳定, 但还不足以证实椎体间确实融合, 这个标准下的椎体间融合率可能会过高。Brantigan 和 Steffee^[12]的影像学评定融合标准也是目前较为常用和较详细的评定方法, 他们将椎间的影像学表现分为 5 级: A 级, 明显的假关节形成、结构塌陷、椎间高度丢失、椎体滑脱、椎弓根螺钉断裂、椎间融合器移位、移植骨吸收; B 级, 可疑假关节形成, 明显的移植骨吸收, 融合区可见明显的透光区或透光带 (移植骨周围 2mm); C 级, 不确切的骨不连, 融合区移植骨的骨密度与术后相似, 少部分融合区可见少量的透光区或透光带, 且至少有一半的植骨区域在椎体与移植骨之间无透光带; D 级, 可疑骨融合, 整个融合区域骨桥形成且其密度至少与术后相似, 移植骨与椎体之间

无透光带; E 级, 坚强融合, 融合区域融合骨的密度在影像学上较术后更成熟致密, 移植骨与椎体之间有一提示融合的硬化带, 但移植骨与椎体间无界面; 成熟骨小梁形成骨桥, 椎体前侧的骨刺吸收, 椎间隙内移植骨向前进展, 小关节融合。其中 D、E 级为成功的融合, A、B、C 级为不融合。从其分类的描述来看具有较为准确详细的特点。但较为复杂的评定标准由于评定人的不同, 个体差异性较大, 使用时不易把握。而 Toth 等^[13]则将椎间融合的影像学表现分为 3 级: 1 级, 不融合, cage 周围有明显的透光线; 2 级, 可能融合, cage 周围有一些透光线; 3 级, 坚强融合, cage 周围无透光线。其分类较为简明, 便于临床应用。

另外脊柱融合成功患者应无明显的临床症状, 方可判断为融合成功。结合临床分析对椎间融合成功与否的判断具有十分重要的意义, 不应脱离脊柱与脊髓、马尾、神经根的密切联系而孤立地讨论脊柱的融合成功问题。关于椎间融合的时间, 多数人为 6 个月椎间融合基本完成, 因此很多人只通过观察术后 6 个月的 X 线片表现来评价椎间融合, 但 Grobler 等认为 cage 内外骨融合的时间大约为 12 个月, 单纯靠前后位 X 线片要确认其椎间后侧有骨桥形成至少需要 1 年^[14,15]。动力位 X 线片也是评定椎间融合的常用检查方法, 但就其是否可靠仍有质疑。因目前多数椎间融合通常都使用内固定, 术后动力位的观测由于内固定的原因其移动度很难观察, 有时即使椎间未完全融合, 动力位 X 线片也很难看出位移情况^[16-18]。

以上方法主要是根据椎间植骨的融合情况进行椎间融合的评定。有人则根据骨桥与椎间融合器之间的关系 (骨桥的形成部位在椎间融合器内、椎间融合器外等情况) 进行椎间融合的评定^[19], ①骨桥通过椎间融合器: 椎间融合器内可见连续的骨小梁; ②椎间融合器外骨桥形成: 前后位、侧位及 Ferguson 位 X 线片上, 上述任一区域内可见到骨桥; ③椎间融合器终板间隙形成: 椎间融合器终板间隙可见透光线, 伴或不伴终板硬化。多数人为金属或钛合金 cage 内有松质骨桥为椎间融合最可靠的放射影像学提示。McAfee 等^[20]认为融合最可靠的影像学表现是在椎间融合器前侧有骨桥形成, 称做“哨兵”征 (“sentinel” sign), 只有连续的椎间融合器外骨小梁形成才能确认为成功的椎间融合。为此, 他提倡在椎间融合器前进行充填植骨。Kim 等^[21]在此基础上又将椎间融合器外骨桥细分为: 至 cage 周围 (around the cage)、至皮质骨边缘 (to the cortical

第一作者简介: 男 (1970-), 主治医师, 医学博士, 研究方向: 脊柱脊髓损伤

电话: 0536-8439149 E-mail: tenghaijun89@163.com

margin)、至皮质骨外(beyond the cortical margin)。通过分析椎间融合器外成骨认为,PLIF 手术要想获得成功的椎间融合,必须进行充分的椎间处理,彻底去除椎间盘组织,如果只进行椎间终板的处理,而没有完全去除椎间盘组织,因仍有大量的椎间盘组织存在,其融合骨量仍不充分。因此不彻底清除椎间软组织是导致 PLIF 手术不融合的主要原因。大多数医生都试图尽量去除椎间软组织及软骨终板,但要去除前侧纤维环及其周边组织具有较大的困难和风险。因此尽管多数人认为已彻底去除前侧纤维环,但实际上仍有较多的前侧纤维环及软骨终板未去除,在椎间融合器的放置过程中容易导致椎间融合器置入过浅,如椎间融合器置入过浅则有可能致骨融合过度生长至椎管内(至皮质骨外),引起神经脊髓压迫,因此应将椎间融合器深置。

Shah^[19]和 Kim^[20]等都在研究过程中发现一种奇怪的现象,虽然他们未在椎间融合器外进行植骨,但根据 CT 观察到 90%的椎间融合器外有骨桥形成,而在 X 线片为 7%,且其最常见于 L3/4,最少见于 L5/S1。其原因目前尚不清楚, Kim 等认为其机理与骨折血肿形成相似,是椎间隙清理后形成血肿, cage 内的活细胞可进入血肿,并最终骨化成骨。

2 CT 多平面重建评定

CT 评定椎间融合在临床应用较少,但其与 X 线片比较在评定椎间融合上可能更有优势。Shah 等^[19]观察了 TLIF 手术及钛合金椎间融合器充填自体减压的松质骨术后 6 个月的 X 线片及 CT 表现,比较二者在评价椎间融合的敏感性,其评价标准与 Kim 等^[20]的标准相似,也将其分为椎间融合器内外骨桥进行评定。结果显示,术后 6 个月时 X 线片可以确认椎间融合器内骨桥形成的只占 4%,而根据术后 6 个月时冠状面及矢状面 CT 重建可以判断骨小梁通过使用自体松质骨填充的椎间融合器的达到 95%。说明术后 CT 扫描有助于观察椎间融合器与终板间隙形成, CT 较 X 线片可早期发现椎间融合器与椎体间的透光线(4%:1%)。作者认为术后 6 个月时使用 CT 评价椎间融合是较 X 线片更敏感的一种手段,可通过早期辨认 cage 与椎体终板间的透光线来早期预测假关节的形成,且较 X 线片能较早预测椎间融合,从而可减少随访时间。

影像学表现评价椎间融合在实际应用中较为困难,根据术后 X 线的影像学评定结果常有不确定性,尤其是 cage 产生金属伪影时。定量进行椎间融合评定则较为精确。Spruit 等^[9]为评价椎间 cage 内植骨块在 CT 上是否具有增强的趋势,从而作为 cage 植骨再血管化及骨密度增高的提示,作者对 21 例腰椎椎间融合术后患者行 CT 扫描, cage 内植骨块使用 Hounsfield 单位测量,随访 1~44 个月,回归分析表明,术后初始值为 615HU,以后每月增加 7.5HU,认为测定 Hounsfield 单位具有极高的准确性和可重复性,在评价个体 cage 中内容物时较为有用。

3 MRI 评定

研究表明 MRI 对椎间植骨融合的评价也具有重要意义,椎间植骨于椎间隙处可见长方形稀疏影,但信号变异较大,与邻近正常骨髓相比既可为高信号又可为等或低信号,其原因可能与移植骨在融合过程的变化和应力作用有关。植入骨块在椎间融合早期多表现为低信号,随时间延长植入骨块多呈等信号。植入骨块与相邻椎间隙消失,两者 MRI 表现为等信号为骨质融合的可靠征象,但两者信号不全相同并不能说明未融合^[22,23]。

总之,目前影像学对椎间融合的评定方法尚不够理想。现有的 CT 三维成像系统多是基于专用的图像处理工作站,设备昂贵难以普及,而且三维重建软件功能不全面,应用受到了一定的限制;此外,为获得清晰的三维图像,CT 三维重建扫描层厚应尽可能薄,使患者接受较多的放射线,可能损害患者的身体健康^[24]。MRI 由于费用较高,使其在椎间融合中的应用受到一定的限制。这些问题都有待于进一步研究解决。

5 参考文献

1. Lowe TG, Tahernia AD. Unilateral transforaminal posterior lumbar interbody fusion [J]. Clin Orthop Relat Res, 2002, 394: 64-72.
2. Pavlov PW, Spruit M, Havinga M, et al. Anterior lumbar interbody fusion with threaded fusion cages and autologous bone grafts [J]. Eur Spine J, 2000, 9(3): 224-229.
3. Rosenberg WS, Mummaneni PV. Transforaminal lumbar interbody fusion: technique, complications, and early results [J]. Neurosurgery, 2001, 48(3): 569-575.
4. Salehi SA, Tawk R, Ganju A, et al. Transforaminal lumbar interbody fusion: surgical technique results in 24 patients [J]. Neurosurgery, 2004, 54(2): 368-374.
5. Chow SP, Leong JC, Ma A, et al. Anterior spinal fusion for degenerated lumbar intervertebral disc [J]. Spine, 1980, 5(5): 452-458.
6. Inoue S, Watanabe T, Hirose A, et al. Anterior discectomy and interbody fusion for lumbar disc herniation [J]. Clin Orthop, 1984, 183: 22-31.
7. Brantigan JW, Steffee AD, Lewis ML, et al. Lumbar interbody fusion using the Brantigan I/F cage for posterior lumbar interbody fusion and the variable pedicle screw placement system: two year results from a Food and Drug Administration investigational device exemption clinical trial [J]. Spine, 2000, 25(11): 1437-1446.
8. Coe JD, Vaccaro AR. Instrumented transforaminal lumbar interbody fusion with bioresorbable polymer implants and iliac crest autograft [J]. Spine, 2005, 30(Suppl 17): S76-83.
9. Spruit M, Meijers H, Obradov M, et al. CT density measurement of bone graft within an intervertebral lumbar cage: increase of hounsfield units as an indicator for increasing bone mineral content [J]. J Spinal Disord Tech, 2004, 17(3): 232-235.

干细胞移植修复脊髓损伤的研究进展

梁锦前, 沈建雄, 邱贵兴

(北京协和医院骨科 100730 北京市)

中图分类号: R683.2, Q813.7 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2008)-06-0475-04

脊髓损伤是交通、劳动和运动意外事故中常见的创伤类型。美国每年发生脊髓损伤近 14000 例, 每年为这些截瘫患者支付的医疗费用高达 60 亿美元^[1]。而在中国截瘫患者人数约 40 万, 每年新增 1 万人^[2]。由于损伤后脊髓缺乏自身修复能力, 脊髓功能的损害往往呈不可逆性改变, 患者受伤后往往终身丧失劳动力, 生活不能自理, 造成沉重的家庭和社会负担。因此, 如何促进脊髓损伤后神经元再生、引导脊髓功能恢复是神经科学领域迫切需要解决的课题。近年来, 随着胚胎干细胞、神经干细胞等分离技术的成熟和定向分化技术的发展, 应用于干细胞移植修复神经损

伤的前景被普遍看好。虽然采用不同干细胞移植的研究都取得了肯定性的神经修复效果, 但对于不同种类干细胞的适用范围、疗效差异等却缺乏足够的关注。鉴于干细胞类型选择对神经修复效果可能具备的决定性作用, 笔者通过综述文献对此问题进行阐述。

1 胚胎干细胞和胎儿干细胞

胚胎干细胞作为用于治疗脊髓损伤的干细胞最早被研究。它来源于胚胎分化 5d 后的内细胞团。为了观察胚胎干细胞的移植疗效, 杨建华等^[3]将小鼠胚胎干细胞进行体外培养后移植入脊髓半切伤小鼠的椎管内, 利用逆转录酶 PCR 分析、免疫荧光等方法观察移植细胞在受损脊髓中的存活和分化情况, 结果发现移植后胚胎干细胞能够存活并且向脊髓损伤部位迁移并分化为神经元。但是, 胚胎干细

第一作者简介: 男(1981-), 硕士在读, 医师, 研究方向: 脊柱外科
电话: (010)65296080 E-mail: String218@126.com
通讯作者: 沈建雄

10. Diedrich O, Perlick L, Schmitt O, et al. Radiographic characteristics on conventional radiographs after posterior lumbar interbody fusion; comparative study between radiotranslucent and radiopaque cages[J]. J Spinal Disord, 2001, 14(6): 522-32.
11. Ray CD. Threaded titanium cages for lumbar interbody fusions[J]. Spine, 1997, 22(6): 667-679.
12. Brantigan JW, Steffee AD. A carbon fiber implant to aid interbody lumbar fusion: two-year clinical results in the first 26 patients[J]. Spine, 1993, 18(14): 2106-2117.
13. Toth JM, Wang M, Estes BT. Polyetheretherketone as a biomaterial for spinal applications[J]. Biomaterials, 2006, 27(3): 324-334.
14. Grobler LJ, Novotny JE, Wilder DG, et al. L4-5 isthmic spondylolisthesis: a biomechanical analysis comparing stability in L4-5 and L5-S1 isthmic spondylolisthesis[J]. Spine, 1994, 19(2): 222-227.
15. Grobler LJ, Robertson PA, Novotny JE, et al. Decompression for degenerative spondylolisthesis and spinal stenosis at L4-5: the effects on facet joint morphology [J]. Spine, 1993, 18(11): 1475-1482.
16. Pfeiffer M, Griss P, Haake M, et al. Standardized evaluation of long term results after anterior lumbar interbody fusion[J]. Eur Spine J, 1996, 5(5): 299-307.
17. Blumenthal S, Gill KI. Can lumbar spine radiographs accurately determine fusion in postoperative patients? correlation of routine radiograph with a second surgical look at lumbar fusion[J]. Spine, 1993, 18(9): 1186-1189.
18. 杨雍, 王炳强, 李东, 等. 下腰椎单节段 TFC 椎间融合术后影像学改变[J]. 临床和实验医学杂志, 2002, 1(2): 122-125.
19. Shah RR, Mohammed S, Saifuddin A, et al. Comparison of plain radiographs with CT scan to evaluate interbody fusion following the use of titanium interbody cages and transpedicular instrumentation[J]. Eur Spine J, 2003, 12(4): 378-385.
20. McAfee PC, Regan JJ, Peter Geis W, et al. Minimally invasive anterior retroperitoneal approach to the lumbar spine: emphasis on lateral BAK[J]. Spine, 1998, 23(13): 1476-1484.
21. Kim KS, Yang TK, Lee JC. Radiological changes in the bone fusion site after posterior lumbar interbody fusion using carbon cages impacted with laminar bone chips: follow-up study over more than 4 years[J]. Spine, 2005, 30(6): 655-660.
22. Wada E, Yonenobu K, Suzuki S, et al. Can intramedullary signal change on magnetic resonance imaging predict surgical outcome in cervical spondylotic myelopathy[J]? Spine, 1999, 24(5): 455-461.
23. 贾宁阳, 陈雄生, 史建刚, 等. 磁共振对脊髓型颈椎病前路减压及融合术后评价[J]. 中国矫形外科杂志, 2001, 8(8): 757-759.
24. 邱贵兴. 脊柱外科的回顾与展望[J]. 继续医学教育, 2005, 19(7): 4-6.

(收稿日期: 2007-07-26 修回日期: 2007-09-19)

(本文编辑 卢庆霞)