

综述

Kümmell病的分期、分型与治疗进展

Advancement of stage, classification and management of Kümmell's disease

拓 源¹, 郝定均², 葛朝元², 董 亮², 王栋琪², 杨彦玲¹

(1 延安大学医学院 716000 延安市; 2 西安交通大学医学院附属红会医院脊柱外科 710054 西安市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.07.10

中图分类号: R683.2 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2017)-07-0638-05

Kümmell病指轻微脊柱创伤后迟发的椎体塌陷及进行性脊柱后凸^[1]。该病最早由德国外科医生 Kümmell 于 1891 年描述^[2], 他报道了 5 例经历轻微脊柱创伤的患者, 经过数月甚至数年的无症状期, 最后出现胸腰段疼痛及进行性后凸畸形。Kümmell 病的发病机制目前仍不明确, 比较公认的假说是创伤后椎体骨缺血坏死^[3-5]。椎体迟发性塌陷在 X 线片上被发现后^[6], 多数学者均认为椎体内真空裂隙征 (intravertebral vacuum cleft, IVC)^[3-9]是 Kümmell 病典型的影像学表现。在 Kümmell 病自然病程中, 每个时期的影像学特点及临床表现亦不相同, 因此相应的治疗方式也不相同。然而目前临床上缺乏 Kümmell 病统一的分期与分型, 治疗方法存在很多争议。笔者通过文献回顾, 对 Kümmell 病的分期、分型及治疗进展进行综述, 分析不同分期分型的优缺点, 探讨不同手术方式的特点, 为临床医生对该病的治疗策略提供思路。

1 Kümmell 病的分期

由于 1891 年 X 线检查尚未出现, Kümmell 对该病的描述仅仅局限于临床表现。直至 1951 年 Steel^[10]在 X 线片上发现椎体的迟发性塌陷, Kümmell 病的概念才逐渐被人们接受。Steel 等在结合 X 线和临床表现的基础上将 Kümmell 病分为 5 期: (1) 初始损伤期, 损伤的严重程度和类型各异, 但 X 线显示椎体形态正常; (2) 创伤后期, 常表现背部损伤区轻微疼痛, 但能够工作; (3) 潜伏期, 数周至数月的功能正常; (4) 复发期, 背部损伤区进行性疼痛加重; (5) 终末期, 形成永久的后凸畸形, 可能伴有神经根或脊髓的进行性压迫。Steel 分期详细描述了经典 Kümmell 病的发生发展, 对了解该病的自然病程具有重要意义。但由于多数 Kümmell 病并不是严格按照 Steel 分期进行, 一些文献亦将 Kümmell 病概括为 3 期: 初始损伤期、症状缓

解期和症状复发期^[10-12]。以上的分期仅仅是对 Kümmell 病自然病程的表述, 并没有深入结合每一期的影像学特点和临床特点给出相应的治疗方案, 因此目前临床应用较少。

随着影像学技术的发展, MRI 等检查提高了 Kümmell 病诊断的敏感性。由于 Kümmell 病患者的临床表现由轻到重各不相同, 而且伤椎的塌陷程度也不相同。2004 年 Li 等^[13]总结 129 例 Kümmell 病的 X 线、MRI 特点及临床表现, 将 Kümmell 病的自然病程由轻到重分为 3 期, 并强调分期论治。I 期: X 线显示椎体前柱完整或轻度压缩, 即椎体高度丢失小于或等于 20%, 无 IVC 表现, MRI 显示较小的 IVC, 并在 T2 像上呈非均匀的液体信号; 临床症状可表现为背痛、胸壁痛或无症状。II 期: X 线显示椎体高度丢失大于 20%, 椎体动态不稳定, 但后壁完整, MRI 显示 IVC 为均匀或不均匀的液体信号; 临床症状可表现为背痛、胸壁痛、神经根病和后凸畸形。III 期: X 线显示椎体不稳定及椎体严重塌陷伴椎体后壁破裂, MRI 显示后移的骨块压迫脊髓, IVC 为均匀或不均匀的液体信号; 临床症状可表现为背痛、胸壁痛、神经根病和后凸畸形, 神经损伤由轻到重可存在肋间神经痛、腰神经根疼痛、脊髓压迫症状及截瘫。I、II 期 Kümmell 病建议行经皮椎体成形术, 而 III 期是椎体成形术的相对禁忌证, 因为椎体后壁破裂, 骨水泥有漏入椎管的风险, 故建议行内固定术, 若伴有明显神经损伤, 可行减压内固定术。该分期简单、全面、容易记忆, 不但对 Kümmell 病进行分期, 同时对该病做出分型, 具有较高的临床指导意义, 但缺点是该分期太过粗略, 特别是对于 III 期, 其中仍然包含着不同特点的类型, 包括是否合并神经症状、后凸畸形的程度等, 该分期并未将这些问题具体阐述及给出相应的治疗建议。

2 Kümmell 病的分型

鉴于 Li 分期中 III 期的描述不够全面, 并不能很好地指导临床治疗。因此国内的许多学者对 Li 分期中的 III 期进行了细化分型探索, 以补充及优化 Kümmell 病的治疗方案。张顺聪等^[14]对 III 期 Kümmell 病行过伸位三维 CT 重建, 根据过伸位伤椎的复位程度、骨折形态以及继发椎管狭窄

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (编号: 81472098)

第一作者简介: 男 (1992-), 硕士研究生, 研究方向: 脊柱外科

电话: (029) 62818374 E-mail: tyspine@foxmail.com

通讯作者: 郝定均 E-mail: haodingjun@126.com

解除程度将Ⅲ期 Kümmell 病分为 3 型并给出建议治疗, A1 型:可复稳定型,伤椎高度恢复明显、后凸畸形矫正 $>50\%$ 、继发椎管狭窄解除,且伤椎椎体后方骨折块前后径与椎体前后径之比 $\geq 1/2$ 、伤椎形态相对完整,建议行过伸位下椎体强化术;A2 型:可复不稳定型,伤椎复位程度及椎管解除程度与 A1 相同,但骨折线多样,伤椎椎体后方骨折块前后径与椎体前后径之比 $<1/2$ 或骨折块游离,推荐行过伸位下伤椎椎体强化联合原位融合固定术;B 型:即难复型,过伸位下伤椎塌陷矫正 $<50\%$ 、或椎体后缘骨折块复位不明显、继发椎管狭窄解除不满意,建议行后路截骨减压融合内固定术。该分型实质上是基于在过伸体位下观察 Kümmell 病继发椎管狭窄的复位效果而分型,优化了Ⅲ期 Kümmell 病的治疗策略,即复位效果好、椎体较稳定的患者只需行椎体强化术,降低了内固定术的使用率。但是, Kümmell 病一般是陈旧的骨质疏松骨折不愈合,过伸体位的复位效果具有不确定性,有时候需要结合后纵韧带的完整性去判断,特别应注意伴神经症状的 Kümmell 病,过伸体位复位有加重神经损伤的风险,这是该分型的不足之处。王大川等^[15]亦将Ⅲ期 Kümmell 病分为三型,但推荐治疗均为伤椎植骨结合后路长节段固定。虽然获得满意效果,但术式技术要求高、创伤大,增加了患者的手术风险。

随着对 Kümmell 病认识的不断深入,关于其治疗方法及手术入路的争论不断增多^[16-18]。Mochida 等^[19]按照椎体塌陷形态不同将 Kümmell 病分为 3 型,并结合患者是否合并神经症状给出了具体的治疗方案以及手术入路的选择。该研究中椎体塌陷在侧位 X 线片的表现被分为 3 个类型:1 型,楔形塌陷,椎体前缘高度与椎体后缘高度比值小于 60%;2 型,凹型塌陷伴椎体前缘骨赘或硬化改变;3 型,扁平塌陷。然后结合患者是否合并神经症状将患者分为 6 种类型,无神经症状的 2、3 型患者,建议保守治疗;有神经症状的 2、3 型患者,建议后路解压后外侧植骨融合内固定术;1 型患者无论有无神经症状,均建议前路融合固定术,有神经症状结合减压术。Uchida 等^[20]在总结 Mochida 分型的基础上,提出了类似的分型和治疗建议,即前路手术治疗楔形塌陷效果好,而凹型塌陷(H 型塌陷)和扁平塌陷更适合后路手术。在 Mochida 的研究中,后路手术是通过改进的蛋壳技术进行减压重建,该技术是经双侧椎弓根去除椎体内的死骨,让压迫脊髓的骨块回纳实现减压。2、3 型患者椎体高度丢失严重,死骨被压缩集中,该技术可以去除更多的坏死骨,故获得了满意的效果。1 型患者椎体高度丢失不多,该技术去除坏死骨的范围有限,因此在该研究中后路手术治疗的 3 例有神经症状的 1 型患者均以失败告终。在凹型塌陷的治疗上,Mochida 和 Uchida 均认为,凹型塌陷椎体前缘的骨赘有助于稳定椎体,故后路固定更合适。然而该分型存在很大缺陷。首先,Mochida 分型中纳入的病例不全是 Kümmell 病,部分是新鲜的椎体塌陷。其次,前路手术创伤大,并发症多,使其在 Kümmell 病的应用越来越局限。因此,该分型指导治疗 Kümmell 病意义有限。

随着后路手术在 Kümmell 病治疗中的广泛开展,Patil 等^[21]基于后路手术的基础对 Kümmell 病进行了分型,并给予每一型具体的治疗方案,经过长期临床随访研究,获得了满意的疗效。该研究基于患者是否合并神经症状及骨折形态将所有患者分为 3 型:1 型,无神经症状,终板完整,无后凸畸形,但伤椎轴向不稳定,若 MRI 示硬膜囊受压 $>50\%$ 或脊髓前方脑脊液完全闭塞,给予小切口减压、直视下椎体成形术(图 1a),若硬膜囊受压 $<50\%$,则行椎体成形术或椎体后凸成形术;2 型,有神经症状,根据骨折形态分为 A、B 两个亚型,2A 型,骨折形态类似于 1 型,后凸畸形 $<30\%$,采用经双侧椎弓根减压伤椎强化后路内固定术(图 1b);2B 型,骨折形态类似于 1 型,后凸畸形 $>30\%$,采用经椎弓根截骨矫形后路内固定术(图 1c);3 型,骨折累及或破坏终板,椎间盘椎体交界处显著不稳及后凸畸形导致神经损伤,行后路椎管减压内固定联合钛网植骨椎体重建术(图 1d)。该分型较全面地描述了 Kümmell 病的各种类型,特别涵盖了对 Kümmell 病合并后凸畸形的治疗,给出了较为具体、合理的手术方式。但对于 3 型的治疗,椎体切除、钛网重建的术式出血多,创伤较大,而且有植骨不愈合的风险。我们认为伤椎骨水泥强化联合后路短节段减压固定、后外侧植骨融合术同样可以取得满意的效果,而且术式创伤较小,更易于操作。后路短节段固定稳定了椎间盘、椎体的失稳,而后外侧植骨融合则保证了固定节段远期的稳定性,伤椎的骨水泥强化虽然不能与伤椎融合,但能有效的支撑和稳定伤椎,同时可减轻了后路内固定的应力。另外,该分型系统较为繁琐,不便于记忆,难以进行临床推广。

3 Kümmell 病的治疗

由于 Kümmell 病实质上是椎体骨折不愈合,传统的保守治疗如卧床休息、支具固定、服用止疼药物仅能缓解疼痛症状,一般不会使骨折自然愈合^[9],因此保守治疗效果不佳^[10,18,22]。然而有学者指出,早期卧床休息及严格的支具固定可以预防隐匿的骨质疏松椎体骨折发展为 Kümmell 病^[12]。有报道了一种骨形成剂特立帕肽(Teriparatide)成功治疗 Kümmell 病的个案^[23],但该药尚未广泛应用于 Kümmell 病的治疗中,尚需临床进一步观察。目前手术仍是治疗 Kümmell 病的常规方法,根据适应证的不同主要分为微创手术和开放手术。

Kümmell 病患者多见于老年人,患者心肺功能较差,常合并基础疾病,而微创手术具有创伤小、疗效显著的特点。因此,微创手术有其独特优势。目前微创手术主要包括经皮椎体成形术(PVP)和经皮椎体后凸成形术(PKP)。这两种术式通过伤椎注射骨水泥稳定椎体、缓解疼痛以及部分恢复椎体高度、纠正椎体后凸。一些文献指出 Li 分期中 I、II 期患者更适合行 PVP 或 PKP^[3,13,23]。然而,对于 PVP 和 PKP 在 Kümmell 病的治疗中谁更有优势仍存在争议。PVP 和 PKP 均具有良好的镇痛作用^[4,23,24],主要原因是骨

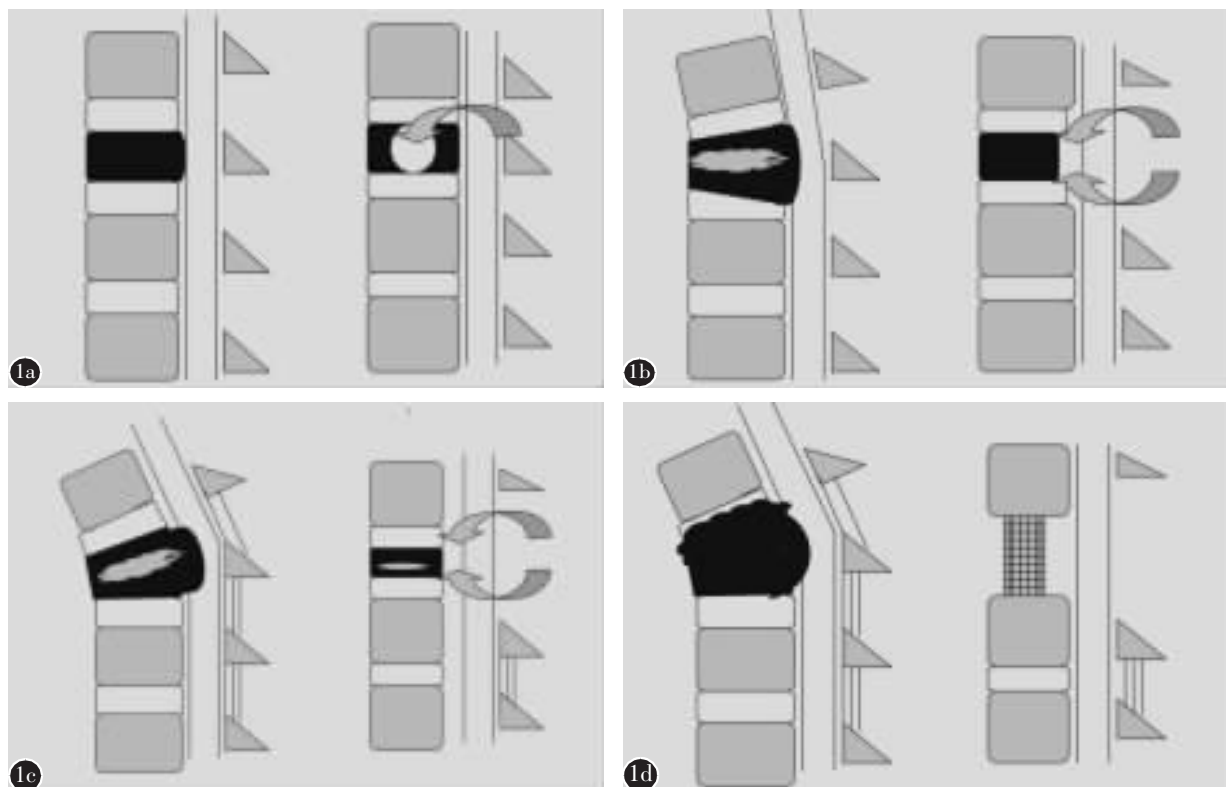


图 1^[21] a 1 型, 无神经症状: 患者椎体骨质疏松压缩骨折不愈合, 终板完整, 无后凸畸形, 但伤椎轴向不稳定, 采用小切口减压、直视下椎体成形术 b 2A 型, 有神经症状: 患者椎体骨质疏松压缩骨折不愈合形态类似于 1 型, 后凸畸形 <30%, 行经双侧椎弓根减压后路内固定术 c 2B 型, 有神经症状: 患者椎体骨质疏松压缩骨折不愈合形态类似于 1 型, 后凸畸形 >30%, 行经椎弓根截骨矫形后路内固定术 d 3 型, 患者椎体骨质疏松压缩骨折不愈合, 骨折累及或破坏终板, 椎间盘椎体交界处显著不稳及后凸畸形, 导致神经损伤, 行后路椎管减压内固定联合钛笼植骨椎体重建术

水泥注入伤椎裂隙稳定了椎体, 消除了伤椎内部的不稳定产生的疼痛; 其次骨水泥放热烧灼椎体内的末梢神经产生良好的镇痛作用。PVP 较 PKP 花费少、手术时间短^[24], 而在恢复椎体高度、纠正后凸及降低骨水泥渗漏方面, 多数文献认为 PKP 比 PVP 更有优势^[7, 23, 25-27]。可能的原因是 PKP 中球囊的充分扩张, 使椎体中注入了更多的骨水泥, 从而更好地纠正并维持椎体高度和后凸角度, 球囊扩张使骨水泥在低压状态下注入, 故降低了渗漏率。最近的一项研究^[28]比较了 PVP 和 PKP 在治疗 Kümmell 病的差异, 在疼痛缓解、椎体高度恢复方面, 二者无统计学差异, 但 PKP 有更低的骨水泥渗漏率。研究者认为球囊扩张压实了椎体裂隙内的松质骨, 从而降低了骨水泥的渗漏率。骨水泥渗漏是 PVP、PKP 常见的并发症, 术前三维 CT 评估椎体裂隙形态、避免过稀骨水泥注入、谨慎操作多次透视可降低骨水泥渗漏的发生率。Hoppe 等^[29]采用分次注射骨水泥的方法亦降低了骨水泥的渗漏率。然而, 术后疼痛不缓解、骨水泥移位、伤椎再塌陷等问题逐渐受到关注^[29-31], 这些问题最可能的原因在于骨水泥未能完全稳定伤椎。与新鲜的骨质疏松性椎体骨折不同, Kümmell 病的裂隙周围是纤维软骨及坏死硬化骨, 裂隙中的骨水泥难以与周围的骨小梁交联,

因此, 椎体的稳定性相对较低。增加骨水泥的注入、完全填充椎体裂隙可提高椎体的稳定性, 但同时也会增加骨水泥渗漏的风险。Chen 等^[32]比较了 PKP 与后路短节段固定联合伤椎骨水泥强化治疗无神经症状的 Kümmell 病的疗效, 结论是两种术式均安全有效, 但 PKP 并发症更少。然而, 对于伴有椎体严重不稳的 Kümmell 病, PKP 或 PVP 术后骨水泥-椎体界面会存在更大应力, 这时候可能需要采用内固定进一步稳定椎体。Park 等^[33]采用短节段经皮置钉结合伤椎 PVP 治疗无神经损伤的 Kümmell 病患者, 随访 1 年, 无内固定失败, 疼痛缓解亦维持良好。

对于合并椎管狭窄、神经损伤的 Kümmell 病, 多数学者建议行开放减压内固定术治疗。前路手术具有在直视下彻底减压、重建椎体前中柱、不损伤后柱的优点, 在 Kümmell 病的神经减压中获得满意效果^[19, 20, 34], 但前路手术创伤较大, 老年患者难以耐受。随着后路技术的成熟, 后路手术治 Kümmell 病越来越多地受到关注。Kim 等^[18]采用经椎弓根减压、清除死骨后植骨(蛋壳技术)联合后路长节段固定治疗 Kümmell 病, 疗效满意。王大川等^[15]采用该技术亦获得良好效果。但长节段固定限制了脊柱活动, 会增加邻近节段骨折或退变的风险。Li 等^[35]在手法复位后, 经椎

弓根置入 TpBA(多孔钛合金垫块)联合植骨行椎体重建、后路短节段固定治疗Ⅲ期 Kümmell 病,获得满意疗效,无内固定相关并发症。伤椎植骨的目的在于椎体生物学的重建,但后路蛋壳技术难度较大,非直视下清除死骨可能不彻底,故伤椎的植骨融合存在不确定性,可能导致远期效果不佳。Lee 等^[36]采用后路短节段固定结合伤椎植骨治疗 Kümmell 病,术后 5 年随访时,患者的疼痛缓解未得到维持,36 例患者中仅有 1 例获得牢固的骨性愈合。Lee 等^[37]和 Zhang 等^[38]采用伤椎骨水泥强化代替植骨,联合后路椎管减压短节段固定治疗伴神经症状的 Kümmell 病,取得良好的临床疗效。对于伴有严重后凸畸形的患者,疼痛原因可能合并后凸导致的肌肉紧张,后路截骨矫形内固定术是最适合的选择^[17,21,39]。Kümmell 病患者常合并严重的骨质疏松症,故长期随访经常可见内固定失败导致远期疗效不佳。为了增加内固定的强度,长节段固定^[15,34]、钉道强化^[33]、椎板钩^[19]、高分子聚乙烯线缆^[40]等技术亦应用在了 Kümmell 病的内固定治疗中,但远期效果仍需进一步临床研究。

4 总结与展望

随着人口老龄化的到来,Kümmell 病这个曾经罕见的疾病会越来越多。对于 Kümmell 病必须强调个体化治疗,包括患者的全身状况、预期寿命、预期活动量和经济情况等,同时也要重视长期的抗骨质疏松治疗和术后合理的功能锻炼。目前临床上仍缺少 Kümmell 病的治疗规范,各种治疗方法仍需长期、大样本的研究。Li 分期与 Patil 分型有较高应用价值,但同时存在不同程度的缺陷。因此,临床上仍需要一个简单、全面、实用的分期、分型和治疗原则去指导 Kümmell 病的治疗。

5 参考文献

- Formica M, Basso M, Cavagnaro L, et al. Kümmell disease: illustrative case for definition criteria[J]. Spine J, 2016, 16(10): e707-e708.
- Kümmell H. Die rarefizierende ostitis der wirbelkörper [J]. Deutsche Med, 1895, 21(1): 180-181.
- Matzaroglou C, Georgiou CS, Assimakopoulos K, et al. Kümmell's disease: pathophysiology, diagnosis, treatment and the role of nuclear medicine. Rationale according to our experience[J]. Hell J Nucl Med, 2010, 14(3): 291-299.
- Li H, Liang CZ, Chen QX. Kümmell's disease, an uncommon and complicated spinal disorder: a review[J]. J Int Med Res, 2012, 40(2): 406-414.
- Matzaroglou C, Georgiou CS, Panagopoulos A, et al. Kümmell's disease: clarifying the mechanisms and patients' inclusion criteria[J]. Open Orthop J, 2014, 8(1): 288-297.
- Maldague BE, Noel HM, Malghem JJ. The intravertebral vacuum cleft: a sign of ischemic vertebral collapse[J]. Radiology, 1978, 129(1): 23-29.
- Kim YC, Kim YH, Ha KY. Pathomechanism of intravertebral clefts in osteoporotic compression fractures of the spine [J]. Spine J, 2014, 14(4): 659-666.
- 杨惠林, 王根林, 牛国旗, 等. 骨质疏松性胸腰椎骨折不愈合的诊断与治疗[J]. 中华骨科杂志, 2007, 27(9): 682-686.
- Libicher M, Appelt A, Berger I, et al. The intravertebral vacuum phenomenon as specific sign of osteonecrosis in vertebral compression fractures: results from a radiological and histological study[J]. Eur Radiol, 2007, 17(9): 2248-2252.
- Steel HH. Kümmell's disease[J]. Am J Surg, 1951, 81(2): 161-167.
- Wu AM, Chi YL, Ni WF. Vertebral compression fracture with intravertebral vacuum cleft sign: pathogenesis, image, and surgical intervention[J]. Asian Spine J, 2013, 7(2): 148-155.
- Benedek TG, Nicholas JJ. Delayed traumatic vertebral body compression fracture; part II: pathologic features[J]. Semin Arthritis Rheum, 1981, 10(4): 271-277.
- Li KC, Wong TU, Kung FC, et al. Staging of Kümmell's disease[J]. J Musculoskel Res, 2004, 8(1): 43-55.
- 张顺聪, 江晓兵, 梁德, 等. Ⅲ期 Kümmell's 病的过伸位 CT 分型及其意义[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(5): 387-392.
- 王大川, 王峰, 王乃国, 等. 经椎弓根椎体内植骨治疗Ⅲ期 Kümmell 病[J]. 中华创伤骨科杂志, 2014, 16(9): 750-754.
- Kaneda K, Asano S, Hashimoto T, et al. The treatment of osteoporotic-posttraumatic vertebral collapse using the kaneda device and a bioactive ceramic vertebral prosthesis[J]. Spine, 1992, 17(8 Suppl): 295-303.
- Saita K, Hoshino Y, Kikkawa I, et al. Posterior spinal shortening for paraplegia after vertebral collapse caused by osteoporosis[J]. Spine, 2000, 25(21): 2832-2835.
- Kim KT, Suk KS, Kim JM, et al. Delayed vertebral collapse with neurological deficits secondary to osteoporosis [J]. Int Orthop, 2003, 27(2): 65-69.
- Mochida J, Toh E, Chiba M, et al. Treatment of osteoporotic late collapse of a vertebral body of thoracic and lumbar spine[J]. J Spinal Disord, 2001, 14(5): 393-398.
- Uchida K, Kobayashi S, Nakajima H, et al. Anterior expandable strut cage replacement for osteoporotic thoracolumbar vertebral collapse[J]. J Neurosurg Spine, 2006, 4(6): 454-462.
- Patil S, Rawall S, Singh D, et al. Surgical patterns in osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Eur Spine J, 2013, 22(4): 883-891.
- Fabbricani G, Pirro M, Floridi P, et al. Osteoanabolic therapy: a non-surgical option of treatment for Kümmell's disease[J]. Rheumatol Int, 2012, 32(5): 1371-1374.
- Huang Y, Peng M, He S, et al. Clinical efficacy of percutaneous kyphoplasty at the hyperextension position for the treatment of osteoporotic Kümmell disease [J]. Clin Spine Surg, 2016, 29(4): 161-166.

24. Zhang GQ, Gao YZ, Chen SL, et al. Comparison of percutaneous vertebroplasty and percutaneous kyphoplasty for the management of Kümmell's disease: a retrospective study [J]. *Indian J Orthop*, 2015, 49(6): 577-582.
25. Kong LD, Wang P, Wang LF, et al. Comparison of vertebroplasty and kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures with intravertebral clefts[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2014, 24(Suppl 1): S201-S208.
26. Kim KH, Kuh SU, Chin DK, et al. Kyphoplasty versus vertebroplasty: restoration of vertebral body height and correction of kyphotic deformity with special attention to the shape of the fractured vertebrae[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2012, 25(6): 338-344.
27. Yang H, Pan J, Wang G. A review of osteoporotic vertebral fracture nonunion management[J]. *Spine*, 2014, 39(26 Spec No.): B4-6.
28. Hoppe S, Wangler S, Aghayev E, et al. Reduction of cement leakage by sequential PMMA application in a vertebroplasty model[J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(11): 3450-3455.
29. Tsai TT, Chen WJ, Lai PL, et al. Polymethylmethacrylate cement dislodgment following percutaneous vertebroplasty: a case report[J]. *Spine*, 2003, 28(22): E457-E460.
30. Wang HS, Kim HS, Ju CI, et al. Delayed bone cement displacement following balloon kyphoplasty[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2008, 43(4): 212-214.
31. Jeong YH, Lee CJ, Yeon JT, et al. Insufficient penetration of bone cement into the trabecular bone: a potential risk for delayed bone cement displacement after kyphoplasty[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2016, 41(5): 616-618.
32. Chen L, Dong R, Gu Y, et al. Comparison between balloon kyphoplasty and short segmental fixation combined with vertebroplasty in the treatment of Kümmell's disease [J]. *Pain physician*, 2014, 18(4): 373-381.
33. Park SJ, Kim HS, Lee SK, et al. Bone cement-augmented percutaneous short segment fixation: an effective treatment for Kümmell's disease? [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2015, 58(1): 54-59.
34. Kanayama M, Ishida T, Hashimoto T, et al. Role of major spine surgery using kaneda anterior instrumentation for osteoporotic vertebral collapse[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2010, 23(1): 53-56.
35. Li KC, Li AFY, Hsieh CH, et al. Another option to treat Kümmell's disease with cord compression [J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(9): 1479-1487.
36. Lee GW, Yeom JS, Kim HJ, et al. A therapeutic efficacy of the transpedicular intracorporeal bone graft with short-segmental posterior instrumentation in osteonecrosis of vertebral body: a minimum 5-year follow-up study[J]. *Spine*, 2013, 38(4): E244-E250.
37. Lee SH, Kim ES, Eoh W. Cement augmented anterior reconstruction with short posterior instrumentation: a less invasive surgical option for Kümmell's disease with cord compression[J]. *J Clin Neurosci*, 2011, 18(4): 509-514.
38. Zhang GQ, Gao YZ, Zheng J, et al. Posterior decompression and short segmental pedicle screw fixation combined with vertebroplasty for Kümmell's disease with neurological deficits[J]. *Exp Ther Med*, 2013, 5(2): 517-522.
39. Long HQ, Wan Y, Zhang X, et al. Two kinds of posterior approach for Kümmell's disease after osteoporotic thoracolumbar fracture [J]. *Chin J Traumatol*, 2009, 12(3): 142-147.
40. Sudo H, Ito M, Abumi K, et al. One-stage posterior instrumentation surgery for the treatment of osteoporotic vertebral collapse with neurological deficits[J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(6): 907-915.

(收稿日期:2017-04-06 修回日期:2017-06-29)

(本文编辑:姜雅浩)