

脊柱非融合内固定系统在腰椎退行性疾病治疗中的应用进展

李尔楠, 叶启彬 综述, 匡正达[△]审校 (辽宁医学院武警总医院研究生培养基地骨三科, 北京 100039)

【关键词】 非融合系统; 腰椎; 退行性疾病

DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-9455. 2014. 24. 051 文献标志码: A 文章编号: 1672-9455(2014)24-3496-03

随着治疗患者的增多、随访时间的延续及基础水平研究的不断深入, 有学者意识到患者接受坚强内固定手术治疗后所面临的问题, 主要体现在: 脊柱整体活动度的降低、固定节段活动度降低及相邻节段负荷的重新分布, 导致受影响节段过早退变, 从而诱发邻近节段椎间盘加速退变、关节突关节增生、继发性椎管狭窄、椎体滑脱、甚至较大概率的内固定物完全断裂脱落等并发症^[1]。随访时间越久的患者出现邻近节段退变及腰部疼痛症状程度越重。部分患者需要接受再次手术干预, 使患者承受巨大的身心痛苦及经济负担, 并且可能超过其所患初始疾病的痛苦。Chou 等^[2]报道, 坚强内固定后相邻节段的发病率达 5%~45%。更多研究表明腰椎坚强内固定是导致术后邻近节段退变发生的主要原因之一。

针对坚强内固定术带来的问题, 人们开始探索更好的疾病干预措施。Mulholland 和 Sengupta^[3]诠释了腰椎非融合内固定系统的概念, 即于术中不植骨融合的情况下尚可维持脊柱的稳定性, 部分保留腰椎运动节段的活动度及卸载节段间应力传导的内固定系统。其主要作用为改善腰椎相邻节段间的应力传导, 保留相关脊柱节段活动度, 从而缓解临床症状并预防及延缓邻近关节退变的发生。Sengupta^[4]认为, 在非极严重腰椎退变患者中, 采用非融合内固定将有利于椎间盘远期的自身修复。目前, 治疗腰椎疾病的非融合装置大致可分为椎弓根钉间韧带连接装置、棘突间的固定撑开装置、经椎弓根动态固定装置及人工间盘装置等。本文现对临床治疗腰椎退行性病变所应用的脊柱非融合内固定系统的应用进展进行综述。

1 椎弓根钉间韧带连接装置 Graf 韧带

Graf 韧带用聚酯纤维杆替代金属棒连接毗邻椎弓根钉的尾部以达到弹性固定, 当脊柱处于屈曲位时赋予弹性拮抗力从而使腰椎节段维持稳定。其主要适应证为屈曲性不稳及不超过 II° 的滑脱^[5]; 不适用于椎间盘严重退变的情况, 如 II° 以上滑脱、病变节段椎间隙消失及严重小关节炎等。Kanayama 和 Hashimoto 指出 Graf 韧带相对于坚强内固定部分保留了手术节段的活动度, 降低了邻近节段的退变概率及速度。Onda 等^[6]长期随访后发现, Graf 韧带可延缓邻近节段的退变, 但限制了腰椎固定节段的活动度。Graf 韧带装置以小关节突为支点, 牵开椎间盘前方间隙, 此机制可加快后方关节突的退变速度。Graf 韧带后改良为杠杆支点辅助稳定系统(FASS), 以杠杆为后方支点, 通过恢复腰椎生理前凸角度减小椎间盘后方压力并保护关节突关节。Sengupta 和 Mulholland^[7]经过尸体试验后发现 FASS 最多可缓解约 50% 的椎间盘压力。

2 棘突间固定撑开装置

2.1 Wallis 系统 Senegal 于 1986 年设计了第 1 代 Wallis 非

融合内固定装置, 由钛内固定器和 2 条涤纶条索组成, 内固定器置于棘突间, 两侧的条索缠绕相毗邻的棘突以提供张力性稳定。Senegal 随后对此系统加以改良, 以聚醚醚酮为材料, 由锁扣、棘间垫、捆绑带及圆环构成系统。其建议适应证为: (1) 曾经历巨大椎间盘摘除手术所致椎间盘组织丧失较多, 且椎间隙减小程度低于 50% 的患者; (2) 复发性椎间盘突出需进行二次手术的患者; (3) 由 Modic I 期的椎间盘退变导致慢性腰痛的患者; (4) 腰椎融合术后相毗邻节段退变的患者; (5) 腰 5 椎体骶化导致交界性(腰 4/5)椎间盘突出的患者。该系统通过撑开张力作用使棘突间距适度增加, 从而减少了作用于关节突关节的应力, 同时增加了椎间孔的纵向高度, 缓解了神经根的压迫, 在改善临床症状的同时限制了一定程度腰椎后伸及前屈。

2.2 Coflex 系统 由 Samani 于 1994 年提出设计, 以钛合金为材料, 术中依靠其 U 型结构近、远端的金属夹块结构以预压模式固定于相毗邻棘突的下、上端, 置入后利用其弹性维持棘突间高度, 其产生的撑开力可使增生曲折于椎管内的黄韧带向张开, 使其横截面积减小, 以扩充椎管相对容积, 产生类似椎管减压的效果; 同时 Coflex 的纵向撑开力缓解了后方纤维环的压力, 增加了椎间孔的截面积, 从而减轻了椎间盘及关节突关节退变对相应节段神经根的刺激。Kong 等^[8]将 Coflex 固定与坚强内固定对比研究后认为, 前者置入后对毗邻节段的应力较后者小。Arrotegui^[9]指出 Coflex 系统可预防及延缓固定节段及相毗邻节段脊柱的退变, 维持手术节段的稳定性, 是一种相对安全而有效地针对腰椎退行性变的手术治疗装置。郑晓勇等^[10]报道 Coflex 固定系统虽限制了固定及毗邻节段的后伸运动, 但未明显限制其前屈、侧弯等方向的活动度, 故对整体活动影响较小。然而, 因仍缺乏大量中、远期随访对比佐证, Coflex 固定系统的疗效仍有待于观察。

2.3 X-Stop 系统 X-Stop 系统为另一种棘突间固定系统, 其材料为钛合金, 由两侧的挡翼、扩张器及椭圆形衬垫构成。系统置入后于腰椎屈曲状态下适当松开而在腰椎后伸状态下适当收紧, 在棘突间始终保持一定程度的张力, 适度的限制使腰椎始终保持非过度屈伸的体位。其主要适用于有神经根刺激症状, 伴有轻、中度神经源性跛行并可于前屈位缓解症状的退变性腰椎管狭窄症患者。Swanson 等发现经 X-Stop 系统固定后的患者临床症状明显减轻, 机体处于中立位或过伸位时椎间盘和纤维环后部的压力相对于坚强内固定明显减小。Zucherman 等经前瞻性研究后表示, X-Stop 系统可以增加置入节段硬膜外腔的容积, 同时增加椎间孔直径。一些术后统计表明, 使用该装置较明显地减少了手术范围及创伤, 且因术中棘突、棘间韧带和棘上韧带予以保留, 未破坏骨和软组织, 从而缩

[△] 通讯作者, E-mail: kuangzd@sina.com。

短了手术时间。

3 经椎弓根动态固定装置

3.1 Dynesys (动态中和固定系统) Dynesys 系统是由 Dubois 等对 Graf 韧带装置改进而成,是由椎弓根螺钉(钛合金)、间隔装置(聚碳酸酯聚氨酯)及聚酯带共同构成的联合固定系统。相关文献证实,聚酯带及间隔装置在人体内有良好的生物稳定性^[11]。Dynesys 系统为一种目前临床上报道较多的脊柱后路非融合固定系统,其主要适应证为:(1)椎间盘退变所致腰痛;(2)经保守或手术治疗导致的腰椎不稳;(3)基于椎管狭窄症或退变性腰椎滑脱的神经源性疼痛;(4)腰椎退行性变所致侧弯引发的进行性椎管狭窄。Dynesys 系统能在腰椎后部结构、纤维环及后纵韧带之间产生张力,可使后部小关节的结合面恢复原来的位置及功能,其中聚酯带限制腰椎过度屈曲,间隔装置限制腰椎过度后伸,即控制腰椎的异常活动。此种机制理论上可维持脊柱节段旋转中心,为改善椎间盘生理营造一个有利的解剖学环境,维持稳定的同时保留了固定节段一定程度的活动,并限制了该固定系统在毗邻节段水平的生物力学压力。

Stoll 等指出,Dynesys 与传统的融合内固定术疗效相当,但相对减小损伤、减少手术中出血量并缩短术程及住院时间。Cakir 观察经 Dynesys 系统固定及坚强内固定手术治疗的腰椎不稳患者后指出:经坚强内固定治疗的患者腰 2 至骶 1 节段活动度明显减少,毗邻节段的活动度减少不明显;而接受 Dynesys 系统固定的患者腰 2 至骶 1 活动度未见明显减少。Schae-
ren 等^[12]对 26 例采用减压结合 Dynesys 系统固定的椎管狭窄症及 I°退变性腰椎滑脱患者进行 52 个月的随访后发现,所有患者术后 24 个月疼痛视觉模拟评分(VAS)及平均行走距离均明显改善,且于术后 48 个月随访时保持不变,腰椎滑脱患者影像学表现未见加重。Rohlmann 等^[13]针对置入动态中和固定系统的标本进行生物力学分析后表示,Dynesys 系统固定的标本毗邻节段椎间盘及小关节所承受的压力应都小于坚强内固定者,并且二者固定的力学效果无明显差异。张劲松等^[14]认为减压结合 Dynesys 固定治疗椎管狭窄早期效果较好,可防止固定节段及毗邻节段的退变。Schmoelz 等分析尸体腰椎经 Dynesys 固定与传统钛合金内固定后对生物力学及毗邻关节变化的影响指出,基于前者的内固定几乎可在保证腰椎稳定性的同时将所有的活动均控制在正常范围内,毗邻节段活动度无明显变化,而经后者固定后腰椎的活动范围明显下降。然而部分学者认为,虽然 Dynesys 系统可以稳定脊柱的节段性活动,但经随访发现患者固定节段活动度(ROM)较术前的正常脊柱明显减少,丢失了腰椎前凸角度,远期可能会导致毗邻节段的椎间盘退变及内固定装置的松动、断裂、脱落等不良后果^[15]。

3.2 Bioflex 系统 Bioflex 系统由朴庆佑提出及设计,介于坚强固定系统及非融合固定系统之间,以钛质螺钉固定于椎体,螺钉间用钛镍合金弹簧棒连接,依减压节段的具体状况辅助椎间植骨融合。记忆合金特性赋予弹簧棒良好的弹性及张力,有效的脊柱中、后柱的生物力学特性使其在弹性限度内减震并吸收轴向载荷,较好的保留腰椎屈伸、侧弯生理活动度。该系统的适应证为:(1)巨大椎间盘突出、复发性椎间盘突出以及解剖结构变异的突出;(2)退变性椎管狭窄;(3)多节段腰椎退行性变;(4)小于 II°的腰椎退变性滑脱;(5)坚强内固定后毗邻节段的退变。但对重度骨质疏松及重度脊柱滑脱者视为禁忌。

叶葆青等^[16]指出,Bioflex 系统可以提供脊柱生理稳定性与活动度,术后腰椎活动中弹性固定系统与植骨块共同承受应力载荷。Zhang 等^[17]指出,该系统可部分保留非融合节段的活动度,维持腰椎生理前凸,轻度增加毗邻节段的活动度。李大伟等^[18]对 13 例腰椎多节段退行性疾病患者行 Bioflex 系统固定,经平均 19.5 个月随访后发现,患者 VAS 评分由平均 7.7 分降至 2.3 分,Oswestry 功能障碍指数(ODI)评分由 79%减少至 25.6%,但整个腰椎活动度较术前明显减低。Bioflex 系统的远期效果有待进一步观察。

3.3 微动棒系统(Isobar) Isobar 是一种基于椎弓根螺钉的半坚强内固定装置,其减震关节允许装置于冠状轴上具备±2°的屈伸自由度、矢状轴上具备±2 mm 的轴向位移。依据其作用机制,整个系统置入后可承担固定节段各个方向上的运动负荷,并可以有效维持椎间隙的高度,使腰椎保持于动态稳定状态,保留了固定节段的部分运动,减少了邻近节段退变的发生。徐海栋和付强^[19]随机将 40 例腰椎退行性病变患者进行分组,分别进行 Isobar 非融合固定及坚强内固定,经随访 16 个月后发现,坚强内固定组术后腰椎活动度明显下降,Isobar 组则较好地保留了腰椎活动度,而两种固定方式对于患者术前症状改善程度无明显差异。Benezech 和 Mitulescu^[20]研究后指出,Isobar 固定术后患者固定节段及上、下相邻节段椎间盘高度得到保持。

3.4 半限制性螺钉内固定系统 研究表明,Coflex 等棘突间动态非融合系统在限制固定节段及毗邻节段轴向旋转活动方面作用不佳^[21]。Scifert 等引入了半限制性螺钉非融合内固定系统,在传统的钉棒固定系统基础上添加 1 个铰链结构,该结构位于椎弓根钉头及钉体之间,铰链螺钉相结合的设计使得椎弓根钉尾部在矢状面上具备±15°~20°的活动度,允许固定节段的轻微活动,但限制椎体间轴向旋转活动,从而达到维持稳定、吸收震动负荷、预防内固定的应力折断及延缓邻近节段退变的目的。经动物腰椎样本实验证实,半限制性螺钉固定组在腰椎非轴向旋转时其固定强度与坚强内固定组无明显差异;在限制轴向旋转时,半限制性螺钉固定组标本稳定程度与完整的脊柱组类似。此类固定系统中以 Cosmic 动力螺钉应用相对广泛,已于 2002 年开始临床应用。半限制性螺钉非融合内固定系统的主要适应证为:(1)有间歇性跛行等临床症状的椎管狭窄;(2)椎间盘源性疼痛;(3)脊柱肿瘤;(4)轻度脊柱滑脱;(5)初次发作或复发性椎间盘突出;(6)既往脊柱融合术后邻近节段退变的治疗。但不适合治疗多于 3 个节段的腰椎病变。本系统的作用机制为:以固定棒的可塑性维持腰椎生理前凸,螺钉钉头和螺钉钉体之间具有微动结构,在控制非生理性旋转和平移的同时起到缓冲及分散应力载荷的作用,能有效地降低腰椎运动过程中螺钉与骨接触面上的相对压力。椎弓根钉螺钉内的活性磷酸钙成分有利于螺钉与椎体间的契合,长期保持内固定的抗疲劳性,降低内固定装置松动的概率^[22]。对于某些适合的患者可经 Wiltse 入路手术而减小创伤。Schmoelz 等用新鲜尸体腰椎人为制造出各种腰椎失稳的标本,采用 Cosmic 系统固定后进行活动度评价,结果提示 Cosmic 固定系统可将腰椎轴向旋转活动度限制在完整腰椎节段的活动范围内。刘伟等^[23]采用 Cosmic 系统治疗腰椎退变性疾病患者 22 例,术后经平均 14.5 个月随访显示:VAS 评分由术前(6.74±0.59)分降至(2.13±0.61)分;ROM 为(8.39±2.27)°,末次随访时为(8.17±2.58)°,随访期间影像学未提示内置物松动、脱

落或折断。Von Strempel 指出, Cosmic 固定与坚强内固定治疗的适应证相似, 前者较后者平均手术时间缩短, 围术期输血量减少, 患者平均住院时间减少; 术后 VAS 及 ODI 评分均无明显差异。半限制性螺钉内固定系统可以作为治疗退变性腰椎疾患的一种新选择。

4 人工椎间盘假体置入系统

随着年龄的增长, 髓核中黏多糖等物质减少, 水分逐渐丢失, 体积及厚度随之减小, 其对轴向载荷的传导及分散作用逐渐下降, 导致纤维环载荷不断增加, 直至破裂; 椎间隙的厚度降低, 导致周围韧带张力降低, 脊柱稳定性趋于下降。Fernstrom 提出椎间盘假体的设计理念, 设计了一种球状假体, 以不锈钢为材料, 旨在重建椎间隙厚度及模拟原正常脊柱的生理活动, 保留节段功能; 假体呈球状, 以适应正常脊柱屈伸、侧弯及水平旋转运动。此理念现已发展出数十种椎间盘假体构成, 但投入临床应用的椎间盘假体及研究者甚少。SB Charite 假体的临床应用时间相对较长, 假体依靠纵向的翼状结构将钴铬合金模拟终板固定于毗邻椎体的上下缘, 把具有椭圆形旋转中心的超高分子量聚乙烯髓核置于椎间, 模拟椎间盘生理作用。假体置入技术类似经前路腰椎间盘摘除及椎体融合, 此种假体置入技术应用范畴还仅限于与椎间盘破裂、退变引发临床症状相关的疾病, 而对手术导致的脊柱畸形、发育性椎管狭窄、超过 11° 的腰椎滑脱及严重骨质疏松患者则视为禁忌。McAfee 等对符合适应证的患者分别行经典椎间融合及人工椎间盘系统置换术, 经平均 2 年随访后指出, 2 组患者手术前、后 ODI 评分均有明显改善。有研究报道, 对接受 Charite 假体置入技术治疗的 50 例患者随访后发现, 超过 60% 患者腰痛症状改善, 43% 患者返回到术前日常工作, 11% 接受了翻修手术。一些学者指出, 假体置入技术对同时存在两个以上间盘病变或既往有相同节段手术史的患者疗效较差。此外一些相关文献指出, 术后可出现假体下沉、关节面退变、血肿压迫导致下肢感觉不同程度障碍等不良预后。目前, 仍缺乏充足的研究结果证实针对椎间盘退变性疾病, 应用坚强固定及椎间盘假体置换技术的疗效孰优孰劣。

综上所述, 腰椎坚强内固定维持腰椎稳定的效果毋庸置疑, 但融合固定后固定节段的活动范围减小, 机体为维持手术前腰椎生理前凸程度及固定间隙原有活动度, 会将固定节段的活动度代偿性转移到毗邻节段, 应力传导至固定节段周围致毗邻节段韧带、椎间盘及小关节应力增加, 始终处于一种超负荷代偿状态, 导致邻近节段椎间盘营养代谢障碍, 加速关节突关节退变。在针对腰椎退行性疾病治疗过程中, 腰椎非融合固定装置的产生是对原有坚强固定理论的传承与改良, 会成为某些条件下替代腰椎融合固定术的更佳选择, 对腰椎疾病治疗技术的进一步发展具有重要意义。其治疗机制是通过控制运动节段的异常活动, 使运动节段的应力传导模式恢复至正常或接近正常。非融合固定后椎间盘应力分布更符合生理性状态, 其灵活性可最大程度减小邻近节段的退变, 在减少椎间盘负荷的同时又能保证一定范围内的运动。随着对退变性腰椎疾病的研究深入, 多种非融合内固定系统已逐渐应用于临床并取得较满意的效果, 但在许多方面仍然需要进一步的研究与完善: (1) 因非融合技术较坚强固定技术应用时间跨度小, 故对于所治疗患者的随访时间较短, 中期及远期的随访结果较为缺乏, 尚无法将其与坚强内固定的各种指标进行全面对照; 此外, 某些非融合固定系统治疗患者较少, 尚不具备随机对照研究的条件。

(2) 限于当前的技术水平, 非融合系统固定术后系统需伴随患者终身, 内固定强度是否因患者年龄、体质量差异及运动量不同而改变, 是否随时间推移存在与坚强内固定相类似的术后并发症(如内植物的松动断裂), 是否导致二次手术返修等问题均有待于进一步的远期观察。(3) 随着非融合固定系统种类的不断增多, 固定术后对于患者临床症状的缓解程度、维持脊柱稳定程度、保留脊柱相应节段活动度及预防邻近节段退变效果差异是否存在统计学意义也需要进一步研究。

参考文献

- [1] Rao RD, David KS, Wang M. Biomechanical changes at adjacent segments following anterior lumbar fusion interbody fusion using tapered cages[J]. *Spine*, 2005, 30(24): 27727-2776.
- [2] Chou WY, Hsu CJ, Chang WN, et al. Adjacent segment degeneration after lumbar spinal posterolateral fusion with instrumentation in elderly patients[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2002, 122(1): 39-43.
- [3] Mulholland RC, Sengupta DK. Rationale, principles and experimental evaluation of the concept of soft stabilization[J]. *Eur Spine J*, 2002, 11(Suppl2): 198-205.
- [4] Sengupta DK. Dynamic stabilization devices in the treatment of low back pain[J]. *Neurol India*, 2005, 53(4): 466-474.
- [5] Kanayama M, Hashimoto T, Shigenobu K, et al. A minimum 10-year follow-up of posterior dynamic stabilization using Graf artificial ligament[J]. *Spine*, 2007, 32(18): 1992-1996.
- [6] Onda A, Otani K, Konno S, Kikuchi S. Mid-term and long-term follow-up data after placement of the Graf stabilization system for lumbar degenerative disorders[J]. *J Neurosurg Spine*, 2006, 5(1): 26-32.
- [7] Sengupta DK, Mulholland RC. Fulcrum assisted soft stabilization system; a new concept in the surgical treatment of degenerative low-back pain[J]. *Spine*, 2005, 30(9): 1019-1029.
- [8] Kong DS, Kim ES, Eoh W. One-year outcome evaluation after interspinous implantation for degenerative spinal stenosis with segmental instability[J]. *J Korean Med Sci*, 2007, 22(2): 330-335.
- [9] Arrotegui I. Coflex interspinous spacer. Use in degenerative lumbar disc herniation[J]. *Acta Ortop Mex*, 2010, 24(3): 187-190.
- [10] 郑晓勇, 侯树勋, 李利, 等. 腰椎融合术后相邻节段的退变与临床疗效的关系[J]. *中国矫形外科杂志*, 2009, 17(23): 1782-1785.
- [11] Shen M, Zhang K, Koettig P, et al. In vivo biostability of polymeric spine implants: retrieval analyses from a United States investigational device exemption study[J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(11): 1837-1849.
- [12] Schaeren S, Broger L, Jeanneret B. Minimum four-year follow-up of spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis treated with decompression and dynamic stabilization[J]. *Spine*, 2008, 33(18): 636-642. (下转第 3500 页)

早晨即可拔出尿管,从而减少泌尿系感染概率^[12]。

3.5 出院指导术 患者出院前评估患者情况,做好健康教育,分别于术后 2 周、1 个月、3 个月、6 个月到门诊复查^[3]。缩短平均住院时间是 FTS 的一项重要内容。做好出院宣教是保障这一目标的重要因素,包括避免不良坐姿,禁忌使用蹲便器、坐矮凳等屈髋超过 90°的活动,禁忌两腿交叉、盘腿、跷二郎腿等引起髋关节内收超过中线的活动,出院后继续使用双拐或助行器 4 周,然后改用手杖步行时先迈非手术侧,上楼时非手术侧先上、下楼时手术侧先下^[13]。

4 小 结

快速康复外科理念经过近 10 年的发展,已经由最早的腹部外科成功典范发展应用到多种疾病中,并且取得了很好的效果。通过对围术期的一系列优化处理,FTS 明显减轻了术后应激反应,缩短了康复时间及平均住院时间,同时并不影响出院后的患者满意度以及返院率^[14-16]。打破传统观念,接受新的技术革新理论是需要经过大量地临床实践和证明,围术期的优化处理显得尤为重要。而 FTS 则是强调一个多学科合作模式,所以各学科之间的信息交流显得尤为重要。

参考文献

- [1] Wilmore DW, Kehelt H. Management of patients in fast track surgery[J]. BMJ, 2001, 322(7284): 473-476.
- [2] Kehelt H, Wilmore DW. Multimodal strategies to improve surgical outcome[J]. Am J Surg, 2002, 183(6): 630-641.
- [3] 袁敏, 张文君. 快速康复外科理念在全膝关节置换围手术期管理中的应用[J]. 护理实践与研究杂志, 2013, 10(7): 24-26.
- [4] Hust H, Holm G. Fast track in total hip and knee arthroplasty-experiences from Hvidovre University Hospital [J]. Injury, 2006, 37 (Suppl 5): 31-35.
- [5] 华莹奇, 张治宇, 蔡郑东. 快速康复外科理念在骨科的应用现状与展望[J]. 中华外科杂志, 2009, 10(47): 1505-

1508.

- [6] 王东升, 周岩冰, 孔营, 等. 加速康复外科对胃癌患者免疫功能及临床结局的影响[J]. 中华普通外科杂志, 2009, 24(7): 554-557.
- [7] 旺启斌, 向玲. 快速康复外科临床应用最新进展[J]. 山西医药杂志, 2011, 40(11): 1094-1096.
- [8] Scop M, Nygren J, Myrenfors P, et al. Preoperative oral carbohydrate treatment attenuates immediate postoperative insulin resistance [J]. Am J Physiol Endocrinol Metab, 2001, 280(4): 576-583.
- [9] Lobo DN, Bostock KA, Neal KP, et al. Effect of salt and water balance on recovery of gastrointestinal function after elective colonic resection; a randomised controlled trial [J]. Lancet, 2002, 359(9320): 1812-1818.
- [10] Jin F, Chung F. Multimodal analgesia for postoperative pain control [J]. J Clin Anesth, 2001, 13(7): 524-539.
- [11] 江志伟, 李宁, 黎介涛. 快速康复外科的概念及临床意义 [J]. 中国实用外科杂志, 2007, 27(2): 131-133.
- [12] 朱住玲, 孙丽波, 王江滨, 等. 快速康复外科理念与围手术期护理[J]. 中华护理杂志, 2008, 43(3): 264-265.
- [13] 徐肖, 杨连香, 孙惠萍. 快速康复外科理念在老年全膝关节置换术患者围手术期中的应用[J]. 解放军护理杂志, 2012, 29(12A): 41-46.
- [14] 黄小静. 快速康复外科中的新概念[J]. 实用临床医药杂志, 2011, 15(20): 129-130.
- [15] 谢正勇, 程黎阳. 快速康复外科面临的问题及思考[J]. 实用医学杂志, 2012, 28(3): 502-503.
- [16] 江永良. 改良小切口和快速康复外科在全膝关节置换术中的应用体会[J]. 中国骨科临床与基础研究杂志, 2012, 4(2): 138-140.

(收稿日期: 2014-06-10 修回日期: 2014-10-15)

(上接第 3498 页)

- [13] Rohlmann A, Burra NK, Zander T, et al. Comparison of the effects of bilateral posterior dynamic and rigid fixation devices on the loads in the lumbar spine; a finite element analysis[J]. Eur Spine J, 2007, 16(8): 1223-1231.
- [14] 张劲松, 杨述华, 许伟华, 等. 减压结合 Dynesys 动态稳定治疗退行性腰椎管狭窄症[J]. 中国矫形外科杂志, 2010, 18(11): 881-883.
- [15] Beastall J, Karadimas E, Siddiqui M, et al. The Dynesys lumbar spinal stabilization system; a preliminary report on positional magnetic resonance imaging findings[J]. Spine, 2007, 32(6): 685-690.
- [16] 叶葆青, 梁伟国, 叶伟雄, 等. Bioflex 弹性椎弓根钉内固定系统对全椎板切除术与椎间植骨融合术后腰椎活动范围的影响[J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20(24): 2298-2301.
- [17] Zhang HY, Park JY, Cho BY. The bioflex system as a dynamic stabilization device; does it preserve lumbar motion [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2009, 46(5): 431-436.
- [18] 李大伟, 马远征, 朴庆佑, 等. Bioflex 系统治疗腰椎椎间盘退行性疾病[J]. 脊柱外科杂志, 2010, 8(5): 261-264.

- [19] 徐海栋, 付强. 后路 Isobar 非融合内固定系统治疗腰椎退行性疾病疗效分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21(11): 1149-1152.
- [20] Benezech J, Mitulescu A. Retrospective patient outcome evaluation after semi-rigid stabilization without fusion for degenerative lumbar instability [J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2007, 17(3): 227-234.
- [21] Schulte TL, Hurschler C, Haversath M, et al. The effect of dynamic, semi-rigid implants on the range of motion of lumbar motion segments after decompression [J]. Eur Spine J, 2008, 17(8): 1057-1065.
- [22] Von Strempel A. Stabilization of the degenerated lumbar spine in the non-fusion technique with cosmic posterior dynamic system [J]. World Spine J, 2006, 1(1): 40-47.
- [23] 刘伟, 王杰, 蔡凯文. Cosmic 动态非融合系统治疗腰椎退变性疾病短期疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2013, 28(7): 620-622.

(收稿日期: 2014-04-14 修回日期: 2014-07-14)