

生物活性增加。增高细胞型胶原 mRNA 和骨钙素 mRNA 的表达,增加细胞胶原合成、分泌和钙盐沉积,提高骨量,增强骨密度,促进成骨。近年来,利用固相多肽合成成人成骨生长肽,纯度高,稳定性强,活性表达充分,体内合成直接,是目前较为理想的重组成骨生长肽(rOGP)。鉴于 OGP 的研究刚刚起步,进一步明确成骨生长肽成骨的确切作用机制,多方面显示其生物活性的表达,分析其存在、合成、分泌的内在机制,使人体血清中 OGP-OGPBP 这类多肽生长因子更加系统化、理论化。可望在骨折、骨质疏松、骨植入、骨髓移植方面具有广阔的临床实用价值。

#### 参考文献

- 1 王海强,黄耀添.成骨生长肽.国外医学:创伤与外科基本问题分册,1998,19(2):88-90.
- 2 李默漪,施德源,俞超,等. OGP 的合成及药效学的实验研究.中华医学杂志,2001,11(21):27.
- 3 YU C,Zhou GM,Li BL,et al. Synthesis and biological activity of human calcitonin analogue. Acta Biochimica and Biophysica Sinica,1999,31(5):553-557.
- 4 饶寒敏,王智兴,李群,等.成骨生长肽对体外培养成骨细胞样细胞的促成骨作用.中华创伤杂志,2001,17(11):675-677.
- 5 Greenbeg Z,Cavish H,MuHmd A,et al. Isolation of osteogenic growth peptide from osteoblastic Mc3T3 E1 cell cultures and demonstration of osteogenic growth peptide binding proteins. J Cell Biochem,1997,65:359-367.
- 6 费琴明,崔大敷,陈统一,等.合成成骨生长肽的体内外成骨活性.生物化学与生物物理学报,2001,33(4):415-420.
- 7 杨春波,周凌云,李冀宏,等. MTT 分析法检测重组成骨生长肽的活性.齐齐哈尔医学院学报,2002,23(4):361-362.
- 8 Brager MA,Patterson MJ,Connolly JF,et al. Osteogenic growth peptide normally stimulated by blood loss and marrow ablation has local and systemic effects on fracture healing in rats. J Orthop Res,2000,18:133-139.
- 9 Gurevitch O,Slavin S,Muhlrad A,et al. Osteogenic growth peptide increases blood and bone and bone marrow cellularity and enhances engraftment of bone marrow transplants in mice. Blood,1996,88:4719-4724.
- 10 王智兴,李群,朱亚萍.成骨生长肽对成骨细胞样细胞的成骨影响.中华骨科杂志,2000,20(1):58-60.
- 11 李群,王智兴,朱亚萍.成骨生长肽对新生大鼠颅盖骨成骨细胞样细胞影响的生化分析.上海实验动物学,2000,20(2):76-78.
- 12 李群,王智兴,朱亚萍.成骨生长肽调节鼠胚颅盖骨成骨细胞样细胞酶活性的观察.中国骨质疏松杂志,2000,6(4):16-19.
- 13 施德源,俞超,陈统一,等.成骨生长肽促进大鼠骨量增加的作用.上海医科大学学报,1999,26(3):187-190.
- 14 Qu Q,Peralta Heape M,Kapanen A,et al. Estrogen enhances differentiation of osteoblasts in mouse bone marrow culture. Bone,1998,22:201.
- 15 王智兴,李群,张,等.成骨生长肽对成骨细胞样细胞的分化和成骨作用.上海第二医科大学学报,2000,20(3):227-251.

(收稿日期:2004-04-28 本文编辑:王宏)

## 不稳定骨盆骨折内外固定的生物力学研究进展

### Progress of biomechanical research on internal and external fixation for the treatment of unstable pelvic fractures

刘耀升,郑琦,毕大卫

LIU Yaosheng, ZHENG Qi, BI Dawei

关键词 骨盆; 骨折; 生物力学 Key words Pelvis; Fractures; Biomechanics

髋髂关节的解剖生物力学机制以及邻近软组织的结构十分复杂,其复杂的运动包括同时在三维平面上的等于或小于 3 的旋转和等于或小于 2 mm 的移位,非直线性的运动轴线主要随着关节表面形态的变化而改变。髋髂关节的功能障碍和骨折移位的传统分型过于简单。髋髂关节有机系统的特殊功能是传递和分散机械力量,临床的治疗在于提高附近软组织的稳定性、减少因不良位置及在髋骨基底水平使用固定器械而带来的应力及应变<sup>[1]</sup>。

#### 1 外固定支架

许多内外固定方法在紧急情况下应用均可减少不稳定骨盆骨折所伴发的骨盆出血;骨盆的稳定限制了骨盆的扩张,因此也限制了潜在的出血空间。Vrahas 等<sup>[2]</sup>将 3 种内固定方法和 3 种外固定方法进行比较,发现前路联合固定可对骨盆的扩张提供最大程度的控制,然而这种选择在急诊应用中

是不切实际的。作者因此认为急诊情况下外固定是最可靠的控制骨盆扩张的方法。骨盆外固定支架的固定针可以在 2 个位置进行把持:前上方(进入髂嵴)和前下方(进入髌臼的密质骨,亦即在髌前上棘和髌前下棘之间进针)<sup>[3]</sup>。Korovessis 等<sup>[4]</sup>验证在前下位置 AO 支架固定的 B1 型骨盆骨折平均强度为 202.2 N/mm,Orthofix 为 203.2 N/mm,而在前上位置 AO 支架固定平均强度为 143.9 N/mm,Orthofix 为 163.3 N/mm。实验表明对于 B1 和 C 型骨盆骨折前下位固定能明显减少髋髂关节的分离,而两种实验支架之间的稳定性无明显差异。因此前下位进针固定是一种安全稳定的外固定技术。

骨盆损伤常伴大出血,需临时外固定以获得止血效果。Simonian 等<sup>[5]</sup>将 6 例新鲜冰冻骨盆标本在生物学负重下造模后按以下顺序分别行不稳定性检测:完整的骨盆环,单侧的耻骨上下支断裂,并发同侧前后髋髂关节韧带损伤,并发髋髂韧带和髋结节韧带的损伤,用 Caxn 骨盆复位钳及双棒外固定器固定。与完整的骨盆环相比,此类损伤可造成耻骨支和髌

髌关节的明显运动。用骨盆复位钳和外固定器固定后的损伤骨盆,上耻骨支和骶髌关节的运动与完整的骨盆相比显著增大( $P < 0.05$ ),但前两者之间无明显差异。实验表明前方的外固定支架在一定程度上可较多减少损伤耻骨支的运动,而骨盆钳在一定程度上可较多减小损伤骶髌关节的运动。Garcia 等<sup>[6]</sup>通过实验证实外固定支架治疗翻书样骨折在髌峭平面和水平面的稳定性是相似的。外固定不能有效控制骨盆旋转和垂直不稳定,足够的稳定只能通过耻骨支固定和 2 枚骶髌关节螺钉获得。目前的外固定支架不能满足骨盆在负重情况下稳定这一要求,背侧环的内固定能明显增加其稳定性。Ponson 等<sup>[7]</sup>将单侧外固定支架结合使用 1 块或 2 块前路钢板的稳定性分别在 Tile C 型骨盆骨折的复制品上进行检测。结果表明结合 1 块钢板固定至少可使骨盆的稳定性提高 2 倍,而双钢板的结合可使稳定性提高 4 倍,与单棒系统比较框架结构的外固定器优势更明显。Stocks 等<sup>[8]</sup>通过经骶骨孔的骶骨骨折及骶髌关节的破坏造成两种垂直不稳定型骨盆骨折,分别在 5 具人类未防腐骨盆标本上先后行单独 Hoffmann 支架固定, Hoffmann 支架结合骶骨棒固定、骶骨棒结合耻骨联合的交叉双钢板固定。每个系统的骨盆标本均在负重条件下进行生物力学测试,髌骨向近端移位的程度被传感器持续记录,且半骨盆在耻骨联合分离三维移位的程度被立体摄像测定。实验证明行 Hoffmann 支架结合骶骨棒固定的强度和刚度明显强于单纯的 Hoffmann 支架固定( $P < 0.01$ ),在骶骨骨折的标本中骶骨棒结合耻骨联合的交叉双钢板固定技术可达完整骨盆稳定程度为 65%~71%,而 Hoffmann 支架结合骶骨棒固定技术仅为 46%( $P < 0.01$ ),所有方法用于骶髌关节损伤模型的治疗均不理想。

## 2 内固定

骨盆环内固定是最稳定的固定方式。经钢板系统治疗的不稳定骨盆骨折中下肢不等长、骨盆倾斜、下腰痛等并发症可有效的得以避免<sup>[9]</sup>。对不稳定剪力型骨盆骨折的早期复位和坚强固定有利于早期的活动并能减轻晚期后遗症的发生。Comstock 等<sup>[10]</sup>对最常用的后路内固定技术治疗的伴有一侧耻骨支骨折的不稳定骨盆骶髌关节脱位进行生物力学比较。4 种内固定分别是骶髌关节螺钉、前路骶髌关节钢板、经髌骨棒及骶髌关节螺钉与骶骨棒的结合使用。与完整骨盆的稳定性相比,单纯后路内固定的抗轴向和扭曲负重可达 70%~85%,骶髌关节螺钉与骶骨棒的结合固定可达 90%。Varga 等<sup>[11]</sup>对上下耻骨联合及后侧骶髌关节复合体 2 个平面的移位进行检测。固定系统包括螺钉直径为 4.5 mm 的双重重建钢板,2 个直径为 6.5 mm 全螺纹松质骨螺钉,上环绕的线环,以及可吸收缝合线材料。每一个骨盆先在完整时被检测,接着在近侧髌骨上加压达最大 500 N 的循环轴向负重,最终形成耻骨联合分离合并骶骨骨折,即造成 C 型不稳定(Tile C 型)骨折。骨盆用后路拉力螺钉固定骶骨后,顺序用以上方法固定耻骨联合,并分别进行检测,结果显示行耻骨联合内固定结合后路固定的方法,其稳定性均大于完整骨盆。通常上耻骨联合被压缩,下耻骨联合被分离。而环线法能使耻骨联合的分离降到最小( $P < 0.002$ ),但 3 种方法在减小髌骨运动上无

统计学差别。因此对于骨质疏松骨折耻骨联合线环内固定能最大限度地对抗耻骨下支的分离。有人分别采用骶骨棒、四孔方形钢板、松质骨螺钉单纯固定垂直不稳定骨盆骨折后环,再用上述方法固定骨盆后环的同时采用四孔钢板固定骨盆前环;骨盆稳定性测试结果显示使用骶骨棒、四孔方形钢板、松质骨螺钉单纯固定后环时,骨盆的稳定性分别达完整骨盆的 17.8%、38.4%、48.2%;前后环同时固定时分别达 48.1%、56.3%、65.5%。并认为单纯固定后环和前后环同时固定时,骨盆的稳定性均为松质骨螺钉最强,四孔方形钢板次之,骶骨棒最差<sup>[12]</sup>。

综上,目前有关不稳定骨盆骨折生物机械学的研究较少,不稳定骨盆骨折生物力学研究中所采用的不同内固定方法及尸体骨盆的小样本性和非标准化使得有关骨盆骨折的基础研究缺乏标准化和可重复性<sup>[13]</sup>。探索能进一步提高骨盆后环固定强度的治疗方法将是今后生物力学和临床工作研究的焦点,随着对骨盆生物力学的深入研究,新材料、新方法不断出现,骨盆骨折的临床治疗亦将出现突破性的进展。

## 参考文献

- Harrison DE, Harrison DD, Troyanovich SJ. The sacroiliac joint: a review of anatomy and biomechanics with clinical implications. *Orthop Clin North Am*, 1997, 28(3): 351-367.
- Vrahas MS, Wilson SC, Cummings PD, et al. Comparison of fixation methods for preventing pelvic ring expansion. *Orthopedics*, 1998, 21(3): 285-289.
- Kim WY, Hearn TC, Selem O, et al. Effect of pin location on stability of pelvic external fixation. *Clin Orthop*, 1999, 30(4): 237-244.
- Korovessis P, Stamatakis M, Baikousis A. Posterior stabilization of unstable sacroiliac injuries with the Texas Scottish Rite hospital spinal instrumentation. *Orthopedics*, 2000, 23(4): 323-327.
- Simonian PT, Routt ML Jr, Harrington RM, et al. Anterior versus posterior provisional fixation in the unstable pelvis. A biomechanical comparison. *Clin Orthop*, 1995, 26(1): 245-251.
- Garcia JM, Doblare M, Seral B, et al. Three-dimensional finite element analysis of several internal and external pelvis fixations. *Clin Orthop*, 2000, 31(6): 15-29.
- Ponson KJ, Hoek van Dijke GA, Joosse P, et al. Improvement of external fixator performance in type C pelvic ring injuries by plating of the pubic symphysis: an experimental study on 12 external fixators. *J Trauma*, 2002, 53(5): 907-912.
- Stocks GW, Gabel GT, Noble PC, et al. Anterior and posterior internal fixation of vertical shear fractures of the pelvis. *J Orthop Res*, 1991, 9(2): 237-245.
- Wen Y, Liu X, Ge B, et al. A newer plate system for internal fixation of unstable pelvic fractures. *Int Surg*, 1998, 83(1): 88-90.
- Comstock CP, van der Meulen MC, Goodman SB. Biomechanical comparison of posterior internal fixation techniques for unstable pelvic fractures. *J Orthop Trauma*, 1996, 10(8): 517-522.
- Varga E, Hearn T, Powell J, et al. Effects of method of internal fixation of symphyseal disruptions on stability of the pelvic ring. *Injury*, 1995, 26(2): 75-80.
- 宋连新, 张英泽, 彭阿钦, 等. 垂直不稳定骨盆骨折内固定的生物力学研究. *中华实验外科杂志*, 2002, 17(2): 54-56.
- Kraus E, Schlickewei W, Cordey J, et al. Method for measuring the comparative stability of osteosynthesis in the dorsal pelvic ring. *Unfallchirurgie*, 1998, 24(1): 25-31.