

# 胸腰椎爆裂型骨折导致的周围韧带损伤

高志宇

内蒙古医科大学第二附属医院，脊柱外科中心，内蒙古 呼和浩特

收稿日期：2024年5月19日；录用日期：2024年6月13日；发布日期：2024年6月21日

## 摘 要

随着当今社会经济的迅速发展，特别是交通运输业、建筑业及户外旅游业的蓬勃发展，导致受伤并引发骨折的病患数量日益增多，其中脊柱骨折的患者占据了相当大的比例。脊柱骨折尤其容易发生在胸腰段，而这一区域的爆裂型骨折更可能导致较为严重的并发症。骨折发生时，椎体破损产生的骨折块极有可能损害其周围的软组织。脊柱周围的软组织对保持脊柱稳定性和辅助骨折块复位具有重要作用。然而，在临床实践中，当胸腰椎骨折尤其是爆裂型骨折发生时，关于其周围软组织损伤的诊断、生物力学分析，以及其损伤后治疗选择和手术方式选择的学术结论尚未统一。因此，在临床上，爆裂型骨折患者术后仍有出现固定失效、断钉、断棒和节段后凸畸形等现象。

## 关键词

胸腰椎爆裂型骨折，后纵韧带，椎间盘，后纵韧带复合体

# Peripheral Ligament Injury Due to Thoracolumbar Burst Fracture

Zhiyu Gao

Spinal Surgery Center, The Second Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Hohhot Inner Mongolia

Received: May 19<sup>th</sup>, 2024; accepted: Jun. 13<sup>th</sup>, 2024; published: Jun. 21<sup>st</sup>, 2024

## Abstract

With the rapid economic development of today's society, especially the rapid development of today's transportation industry, construction industry and outdoor tourism, more and more patients who are injured and lead to fractures also appear, of which patients with spinal fractures account for a large part, spinal fractures especially occur in the thoracolumbar segment, in which explosive fractures will lead to more serious complications. When a fracture occurs, the vertebral mass is destroyed, which is likely to damage the surrounding soft tissue. The soft tissue around

the spine plays an important role in the stability of the spine and the reduction of the fracture mass. However, in the clinical thoracolumbar fracture, especially in the burst fracture, the diagnosis of soft tissue injury around the spine, the biomechanical analysis, the choice of post-injury treatment and the choice of surgical methods have not been unified. Therefore, in clinical practice, fixation failure, broken nails, broken rods and segmental kyphosis still occur in patients with burst fractures after surgery.

## Keywords

Thoracolumbar Burst Fracture, Posterior Longitudinal Ligament, Intervertebral Disc, Posterior Ligament Complex

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 胸腰椎脊柱骨折的分类

将胸腰椎骨折进行分类对于理解脊柱受伤的机制、指导治疗选择及评估预后至关重要。脊柱骨折分类的研究已有超过 80 年的历史,通常基于受伤的机制、影像学特征及受损节段的稳定性来定义。虽然这些分类有着悠久的历史[1],但直到 1949 年, Nicoll [2]基于脊柱的稳定性提出了稳定型和不稳定型骨折的基本分类。随后,随着脊柱外科的发展, Holdsworth [3] [4]提出了 5 种脊柱损伤类型,强调了后方韧带复合体在维持脊柱稳定性中的重要性。Whiteside [5]通过双柱理论进一步深化了对脊柱稳定性的理解,而 Lob、Louis 及 Roy-Camille [6] [7] [8] [9]等学者则通过不同的方法探索了不同脊柱骨折的稳定性和骨折预后。直到上个世纪 80 年代, Denis [10] [11] [12]提出了广为人知的三柱理论,并将脊柱的不稳定性划分为稳定损伤、机械性不稳定、神经性不稳定以及两者兼有的情况,并提出了骨折的详细分类。尽管 Denis 的理论被广泛接受和应用,但其在评估脊柱慢性损伤的稳定性和治疗方式选择上仍存在局限,其主要表现在无法根据其分型确定骨折的预后以及采取保守或手术治疗。之后, McAfee [13]结合了 Denis 和 White 与 Panjabi [14]的理论,提出了将胸腰椎骨折分为六类的新方法。Ferguson and Allen [15]根据脊柱损伤的机制提出了七种分类。然而,这些分类方法在诊断、治疗选择和判断疾病预后方面依然存在不足。因此,在 90 年代, Mager 等人[16]研究了超过 1400 例患者的 X 线和 CT 图像,提出了目前广为接受的 AO 分类系统,这是一个非常全面的分类系统。为了将脊柱骨折和脊髓损伤结合起来, Vaccaro [17]通过大量病例研究,提出了 TLICS 评分系统,依据创伤形态、神经功能和后韧带复合体的完整性进行治疗方案的选择。尽管 TLICS 评分在手术指导方面有其应用,但在临床诊断方面的作用有限。目前, AO 系统是临床上常用的分类方法,但也需结合其他分型系统以获得最佳的治疗结果。

## 2. 后纵韧带

### 2.1. 后纵韧带的解剖

是一条脊柱的长韧带,起自枢椎并与覆盖枢椎椎体的覆膜相续,下达骶骨。与椎间盘纤维环及椎体上下缘紧密连接,而与椎体结合较为疏松,有限制脊柱过度前屈的作用。

### 2.2. 后纵韧带损伤的分度

根据孙兆云[18]等人的研究,他们将胸腰椎爆裂型骨折引发的后纵韧带损伤分为了三级, I 级损伤:

韧带有着较为良好的连续性,但位于韧带椎体前方的脂肪影不能观察到,而且后纵韧带原本的纵直方向也发生了改变,出现了弯曲和弧度。II 级损伤:韧带的连续性并没有被破坏,但韧带的走行发生了变化,在韧带的内部及韧带的周围出现了明显的高信号影,说明存在韧带有部分撕裂的情况。III 级损伤:韧带已经出现了完全断裂的情况在 MRI 上可以观察到韧带的连续性已经消失和中断,且片状的高信号影也代替了原本后纵韧带的结构;并且可以在椎间隙的层面上观察到横形的高信号或者中等信号带,于终板水平横行穿过椎体前后缘连线,且与椎体后缘的高信号影相连接,这表示出现了完全断裂的后纵韧带。

### 2.3. 后纵韧带损伤在影像学上的表现

后纵韧带在骨折块的复位作用上有极为重要的作用,手术探查是判断后纵韧带的损伤的“金标准”,但这显然在临床上是不可能实现的, MRI 对于软组织的成像可以提供极高的分辨率,能够对于后纵韧带的损伤情况进行直接的显像,现在已被公认为后纵韧带损伤诊断的最佳方式[19]。但因为核磁造价较高且临床需要量大等原因,某些时候应用 CT 和其他影响手段去判断后纵韧带的损伤情况是十分必要的。Chen [20]通过回顾性分析了 95 名爆裂型骨折患者的 MRI 及 CT 资料,表明 MSDCR (Mid-Sagittal Canal Diameter Compression Ratio, 椎管正中矢状径侵占率)和 IA (Inversion Angle, 骨折块反转角)与评估后纵韧带的状态有较大的关系, Dai 和 Tan 等人的实验也报道了类似的结果[21] [22],而其他人的实验也表明患者的 AO 分级、ASIA 分级、HBF (Height of Bone Fragment, 骨折块高度)和 RHBF (The Ratio of Height of Bone Fragment Occupying the Posterior Wall of the Injured Vertebral Body, 骨折块占受伤椎体后壁高度的比例),在预测后纵韧带损伤方面也有着一定的效果。

### 2.4. 后纵韧带对于骨折块复位作用的生物力学研究

当发生胸腰椎爆裂型骨折时,通常会应用手术的方式进行治疗,手术经常选择后路手术,因为其拥有创伤小,费用低等特点[23]。在复位时通过后路撑开后纵韧带,以此增加张力,从而产生一负压吸引区诱导骨块复位[20]。在上个世纪 80 年代 Dewald [24]提出爆裂型骨折只是单纯的骨性结构损伤,软组织并未受损,只要进行后路撑开间接减压骨折块即可复位,当时这个观点也被广泛认同,但是之后 Harrington [25]却推翻了之前的说法,他认为在骨折块突入椎管  $> 35\%$ 时,后纵韧带撑开时产生的纵向牵引力对于骨折块的复位产生了十分重要的作用。同时,国内学者林野等[26]通过进行尸体实验,总结提出后纵韧带在骨折块复位早期起到了重要的作用,这也与 Harrington 所提出的结论相符。

## 3. 椎间盘

### 3.1. 椎间盘的解剖

在 C2~S1 的各个椎体之间的骨连接就是椎间盘,共 23 个。由椎间盘纤维环、纤维环所包裹的髓核及上下软骨终板构成,它们的大小和椎体大小所符合,3 层纤维各自平行并斜向与两椎体相连接,交叉的角度在  $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。

### 3.2. 椎间盘损伤的分度

在 MRI 被大量应用在临床上之后,椎间盘的损伤可以被明显的观察到,在上个世纪 90 年代末 Oner 等[27]学者通过观察胸腰椎骨折患者相关节段的 MRI 成像,将椎间盘的损伤分为六型:1 型:在核磁上没有观察到明显的信号异常属于正常或接近正常的椎间盘;2 型:在 MRI 上可以观察到信号降低,即黑色椎间盘但椎间盘的形态却未发生明显变化;3 型:椎间盘的高度和信号没有发生明显的改变,但出现了许莫氏改变;4 型: MRI 成像呈现出椎间盘前方高度降低或凹陷,说明终板前三分之一出现了损伤,

而且还存在椎间盘的突出和髓核向终板方向的疝出；5 型：在 MRI 中可以观察到椎间隙高度明显下降甚至上下终板有了相互的接触，并且还可以呈现出髓核突入中央终板的表现；6 型为退变型，可以在成像上观察到椎间盘的所有构成部分均产生了退变、椎间隙高度的下降和椎间盘出现了信号强度降低的表现。Oner 等人的结论非常之详细，但是也因此又造成了它过于冗杂，区分困难，在临床工作中很难被用到。本世纪初，Fürderer 等人又通过观察 MRI 成像将椎间盘损伤分为了三类：1 类：椎间盘的形态并未发生明显变化；2 类：产生了较为轻度的椎间盘膨出或较为轻微的椎间盘终板破裂；3 类破坏的椎间盘髓核疝入椎体，后根据椎间盘在核磁共振中 T2 加权像上信号强度的改变将其分为降低、正常、升高和信号缺失的“真空”现象 4 类，但因为其和形态学的相关联系较小，所以在临床上也没有受到广泛的欢迎。后来 Sander 提出了一种现在在临床上被广泛应用的分类方法，他通过观察患者的 MRI 成像将椎间盘损伤分为 4 级 0 级：T1、T2 加权像均正常，提示椎间盘正常；1 级：T1 加权像正常，T2 加权像、T2 抑脂像信号增强，提示存在椎间盘水肿；2 级，T1 加权像信号增强，T2 加权像、T2 抑脂像中椎间盘周边信号增强，提示存在椎间盘破裂出血及椎间盘撕裂；3 级，T1 加权像中椎间盘信号增强，T2 加权像、T2 抑脂像中椎间盘周边信号增强，提示存在终板破裂，椎间盘疝入椎体或终板及纤维环撕裂。这个分类方法清晰、简单且容易应用，受到了大量的脊柱外科医生和相关科研工作者的好评。

### 3.3. 椎间盘损伤在影像学上的表现

在爆裂型骨折中，要判断椎间盘的损伤时，由于 MRI 在软组织成像上有优异的性能，它经常被脊柱外科医生优先选用来判断椎间盘损伤。然而，MRI 对患者经济负担较重，在基层医院也未能广泛普及。所以，CT 对于辅助急诊科医师判断是否存在椎间盘等软组织损伤也具有重要意义。此外，CT 也能够评估椎体骨性结构的损伤、骨折块的位移等情况，其在判断骨性结构损伤方面的重要性超过 MRI。总的来说，在判断胸腰椎爆裂型骨折引发的椎间盘损伤时，CT 检查也发挥着其独特的作用，Mi [27] 等人通过对 84 名急性胸腰椎爆裂型骨折的患者进行分析与研究，结果显示椎管占位  $> 0.19$  和(或)节段后凸角  $> 14.00^\circ$  可以预测椎间盘及 PLC (Posterior Ligamentous Complex, 后方韧带复合体) 损伤。在刘冬等[28]的实验中他们通过研究 91 名胸腰椎爆裂型骨折患者伤椎的 MRI 和 CT 图像，通过患者的 MRI 图像将患者分为椎间盘完整组和椎间盘损伤组，并将伤椎的 CT 值与相邻完整椎体 CT 值的比值定义为伤椎的 CT 值压缩比，他们发现椎间盘损伤组的 CT 值压缩比显著增加，尽管在这方面相关的研究并不多见，但是将 CT 应用于胸腰椎爆裂型骨折中确实有着比较重要的意义。

### 3.4. 纤维环对于骨折块复位作用的生物力学研究

在胸腰椎发生爆裂型骨折时，进行后路间接性减压时，脊柱周围软组织对于骨折块的复位均起到一定的作用。所以椎间盘纤维环是否完整，也关乎着骨折块复位的效果。Fredrickson [25] 等通过对 6 具尸体的进行拉伸，并进行生物力学测定，得出了以下的结论：损伤椎体的上位椎间盘的纤维环后部对于骨折块的复位作用是最大的，甚至远远超过了后纵韧带的作用，并且认为只要椎间盘纤维环是完整的，并不需要考虑后纵韧带和其他软组织的完整性，直接进行撑开间接减压，骨折块就可以获得良好的复位效果，并且他更精确的提出椎管内骨折块复位的唯一生物力学机制是纤维环的斜行纤维，但是我国学者林野[27]等却提出了不同的想法，在他的实验中骨折块在凸入椎管大于 35% 以上时，骨折块的复位主要依靠后纵韧带的纵向牵引力，但是当复位到骨折块占椎管面积小于 35% 后，后纵韧带的纵向牵引力对于骨折块的复位作用就大大下降了，这时对标本进行拉伸，椎间盘纤维环绷紧对骨折块产生一个向上的拉力，原本松弛的外周韧带也会向椎间盘中央发生内聚，这时会对骨折块产生一个向前的拉力，同时较为宽大的两侧斜行走行的椎间盘纤维会对椎体外缘产生一个向前向上的拉力，上述的拉力综合起来就可以将骨块进



行复位,在该报道中当骨折块的复位程度到了他们所定义的“复位后期”时,椎间盘纤维环对于爆裂型骨折所产生的骨折块的复位起到了首要的作用。

## 4. 后方韧带复合体

### 4.1. 后方韧带复合体的解剖

在发生胸腰椎爆裂型骨折时,通过手术治疗的目的是:恢复脊柱原本的形态,防止神经损伤,局部后凸畸形等后遗症,在维持脊柱的稳定与形态时,PLC起到了很重要的作用,以至于患者在发生骨折时 PLC 的完整性被认为是患者的手术指征之一,PLC 这一概念是被 Holdsworth 首次提出的,而且他还认为脊柱在发生创伤后,脊柱原本的稳定性是否能够维持取决于患者的 PLC 的完整性。现在认为 PLC 是由 FJC (Facet Joint Capsule, 关节突关节囊)、SSL (The Supraspinous Ligament, 棘上韧带)、ISL (Interspinous Ligament, 棘间韧带)和 LF (Ligamentum Flavum, 黄韧带)这四种结构所构成的。

### 4.2. 后方韧带复合体损伤在影像学上的判断

评估 PLC 损伤的方法确实多样,包括体格检查等,但这些方法的准确率并不高。随着 MRI 在临床上的广泛应用,得益于其对软组织的出色成像能力,诊断 PLC 损伤似乎变得不再那么困难。然而, MRI 也有其缺点,比如对于没有神经受损的患者,临床上往往不会优先进行 MRI 检查。如果存在 PLC 损伤,患者在治愈之后可能会由于节段稳定性受损而出现局部后凸畸形和神经功能损害等后遗症。此外,患者如需急诊手术,长时间的 MRI 检查或患者对 MRI 检查存在禁忌症都可能成为确诊患者是否存在 PLC 损伤的障碍。尽管如此, MRI 检查确实在提高诊断 PLC 损伤的精确度方面发挥了重要作用,但它依然存在一些问题。PLC 的完整性对辅助临床医生判断患者是否需要手术干预至关重要,以至于在胸腰椎损伤分型及评分系统(TLICS)中, PLC 的完整性是评分的关键组成部分之一。因此,目前在脊柱骨折中,各种评估 PLC 损伤的方法都受到了临床医生的关注和好评。

Chen [29]等人通过研究了 105 名患者的 X 线平片资料,再对比患者的 MRI 影像得出,患者的局部后凸角  $> 25^\circ$ 等情况与 PLC 中的 SSL 和 ISL 损伤有显著的关系。在 Kwon 等[30]的研究中,表示应用 X 线检查患者的棘突间距离比,若其出现异常也可以辅助预测 PLC 是否损伤。Khurana [31]通过对比 53 名胸腰椎爆裂型骨折患者的 MRI 和 CT 资料,分析出棘突间隙增大、椎弓根或椎板骨折及棘突骨折这几个 CT 影像上的异常,可以预测患者 PLC 的损伤,尤其当出现了两种及两种以上的异常时,提示 PLC 损伤的概率就更高了。在 Jiang [32]的实验中,他同样应用患者的 MRI 和 CT 资料,通过观察患者 CT 某些参数的变化预测各型骨折的 PLC 损伤情况,结果显示在各型骨折中,患者的局部后凸角  $> 16^\circ$ 和棘突间距离比大于 56%可以预测患者的 PLC 损伤。与后纵韧带及椎间盘损伤不同, PLC 的位置更为表浅且骨性结构阻挡更少,所以除了 MRI、CT 和 X 线等传统的影像学检查外,近年来,超声也在患者出现胸腰椎骨折时判断 PLC 完整性上起到了重要的作用,而且由于超声的成像原理,它不会像 X 线和 CT 一样使患者受到辐射,且相比 MRI 和 CT 造价低廉,减轻了患者的经济负担,此外超声检查最为独特的一点是它的便捷性,对于脊柱骨折的患者,他们行动不便,在进行传统的骨肌系统检查时,患者的治疗体验会大打折扣,而超声因为其独特的便捷性,可以进行床旁检查,大大减轻了患者的痛苦。所以目前超声检查对于判断患者 PLC 损伤是一个较为新颖且可靠的辅助工具[33]。

### 4.3. 后方韧带复合体的生物力学研究

当胸腰椎发生外伤骨折时,学者们在进行大量的研究和试验后,提出 PLC 对于维持脊柱的稳定性方面起到了极其重要的作用,以至于如今患者的 PLC 是否完整已经被认作为脊柱骨折的手术指征之一。

所以对于 PLC 的相关生物力学分析是很重要的。在 Wu 等人[34]的研究中,他们首先建立了胸腰椎骨折的模型,之后依次添加骨折节段 PLC 的各个组成韧带的生物力学数值,观测损伤节段在屈曲、伸展、侧屈、旋转 4 个方向的力学特点,并以此评判 PLC 对于维持脊柱稳定性的作用,他们得出的结论是 PLC 中在维持脊柱稳定性方面最为重要的韧带就是 SSL。在 Li 等[35]的实验中,与上述研究所不同的是, Li 等人并没有使用有限元的方法,而是在 12 具新鲜尸体的脊柱标本上进行的试验,他表示当 SSL 损伤时,节段的稳定性会明显地下降,这与上述实验的结果也是相符的,所以无论是尸体实验还是有限元模型的研究都证明了 PLC 中对于维持脊柱稳定性的最重要的韧带就是 SSL。

## 5. 胸腰椎爆裂型骨折的手术治疗

脊柱的外伤性骨折中,胸腰椎爆裂型骨折占了很大一部分。目前,对于脊柱骨折治疗的目标,学者们已达成共识:复位且稳定相应节段、减压相应神经、恢复神经功能、矫正节段的后凸畸形。在治疗方式选择上,尽管保守治疗根据文献报道,也有案例取得不错的效果,但临床研究的结果似乎更倾向于手术治疗,因为手术预后更好,且并发症更少。因此,当出现爆裂型骨折时,临床医生更倾向于通过手术治疗干预疾病的发展。尽管治疗目的已达成共识,但关于手术入路的选择、是否进行椎板切除直接减压、是否进行融合等方面仍充满争议。以下将着重讨论和分析这三个方面。

首先,对于手术入路的选择,临床医生选择前入路一般是因为前柱存在者严重的损伤。前入路手术可以进行椎体全切或次全切,直接取出骨折碎片,并在椎管前方进行减压,植入钛网恢复脊柱序列。然而,长期随访显示,前路和后路手术效果并无明显差异。但是,前路手术时间更长,出血量更大,并发症更多,导致病人住院费用增加[36]。因此,前路手术在治疗胸腰椎爆裂型骨折时的应用越来越少,临床医生更倾向于选择后入路手术,因为其疗效相似但更经济、更安全。对于后路手术是否需要进行直接减压,通常对有神经功能受损的患者需要切除椎板直接减压并用椎弓根钉固定,这是脊柱外科医生广泛认可的。但是,对于无神经功能受损的患者是否需要减压,有研究表明两者预后并无显著差异[37]。因此,建议在手术中使用 C 臂透视观察到已脱落的骨块已复位时,无需进行椎板切除减压,只需后路椎弓根钉固定进行间接减压,这样可以减少对患者的伤害和出血。然而,其他研究表明,在爆裂型骨折发生后,后纵韧带完全损伤或椎间盘纤维环严重损伤时,需要进行减压,因为他们认为间接复位时,后纵韧带和椎间盘纤维环提供的张力是骨折块复位的关键。当前柱陷缺严重时,单纯后路短节段固定可能导致固定器械失效和固定节段的后凸畸形[38]。因此,对于椎体高度损失超过 50%和骨折节段后凸角度超过 25°的患者,应采用后路椎弓根螺钉固定联合椎间隙融合治疗,这被认为是一种有效的手段[39],且技术已被熟练掌握,学习曲线短,易于临床应用。此外,为防止后路单独椎弓根钉内固定预后不佳,还有学者提出微创椎弓根螺钉内固定联合经皮椎体成形术,治疗爆裂型骨折也能获得较好的预后[40]。

## 6. 讨论

胸腰椎位于胸椎和腰椎的连接区域,这个部分在发生创伤时往往承担较大的压力,因此胸腰段是一个应力集中点,这也是胸腰椎爆裂型骨折更易发生的原因之一。当爆裂型骨折发生后,周围的软韧带很容易受损,这些韧带对于脊柱稳定性和骨折块复位至关重要。

过去的研究中,由于检查设备和技术的限制,胸腰椎爆裂型骨折被认为主要是骨结构的损伤,而忽略了软组织损伤的可能性。然而,目前的观点已经转变,我们认识到软组织和脊柱周围韧带的损伤在胸腰椎爆裂型骨折中非常常见。MRI 在检测脊柱周围韧带损伤方面的灵敏度和特异度非常高,因此在胸腰椎爆裂型骨折患者中使用 MRI 评估周围软组织和韧带损伤是十分必要的。但实际临床中,一般只有在怀疑骨折的情况下才会进行 MRI 检查,且许多基层医院并不配备 MRI 设备。在这种情况下,使用 CT 和普

通 X 光平片推断患者是否存在韧带损伤并据此判断是否需要进一步的 MRI 检查是十分关键的。

脊柱周围韧带的功能各不相同：后纵韧带主要防止过度屈曲，有助于骨折块的复位；椎间盘纤维环有三层，各自平行且斜行与上下椎体相连起到骨连接的作用，同时限制髓核的位移，但由于髓核的不可压缩性，在其遭受暴力时很容易撕裂；而椎间盘纤维环在复位骨折块的过程中也起着重要作用。至于 PLC，它包含四个成分，主要作用是维护脊柱稳定性，在骨折发生时，PLC 的损伤会影响相应节段的稳定性，因此在 Vaccaro 提出的 TLICS 评分系统中也将其作为评估标准之一，当 PLC 受损临床医生需要考虑手术治疗以预防后续的节段不稳定。

总的来说，脊柱周围的韧带在维持稳定性和辅助骨折复位时发挥了关键作用。大部分研究目前还处于小样本和短周期阶段，未来需要进行更多大样本量和长期随访的研究，以便更好地判断患者是否有骨折节段周围的韧带损伤，从而确定患者是否需要手术干预，以及针对个体情况选择不同的手术方法。

对于胸腰椎爆裂型骨折的手术治疗，当前最常用的方法是通过后路途径，使用椎弓根螺钉进行内固定手术。对于有神经功能受损的病人在手术时，需要进行直接减压这已经成为了脊柱外科学者们的一种共识[34] [41] [42]但对于无神经功能损伤的患者，是否需要进行椎板切除减压存在争议。一些学者认为只要术中骨折块可复位，就无需椎板切除减压[37]。而也有学者表示当后纵韧带断裂、骨折块后移占椎管超过 67%，或间接复位效果不佳时，则需要额外的椎板切除直接减压[43]。而对于前柱严重塌陷的患者，仅进行后路椎弓根钉内固定可能会引起后凸畸形和不稳定性。为此，一些学者提出使用椎弓根螺钉内固定结合骨水泥填充的方法，这样既无需行融合手术，又可以恢复前柱高度，可以获得满意的预后。另有研究指出，微创椎弓根螺钉技术配合经皮椎体成形术对于治疗前柱严重塌陷的爆裂型骨折，创伤更小且预后良好[40] [44] [45]。不过，需要注意的是，在治疗过程中使用的骨水泥可能会从原骨折线处泄漏，而引起严重并发症。

## 7. 总结和展望

对于胸腰椎爆裂型骨折的病人，我们临床医师一定不能简单的认为是单纯的骨性结构的损伤，要有意识的评判患者是否有周围韧带的损伤，因为周围韧带对于维持脊柱的稳定性、骨折块的复位及患者的预后有着重要的意义。此外，当患者出现相应的韧带损伤时，临床医生应当根据患者的需要去为其选择合理的治疗方式和合适的手术方式。这也就提醒着我们脊柱外科的临床医生在未来为了更好地治疗胸腰椎爆裂型骨折，我们应当进行更多大样本量和随访时间更长的研究，得到更准确、更便捷、更经济的方式去诊断、鉴别及给予更明确且有效的治疗措施。以此来指导临床医生去更加清晰和明确的治疗该疾病。

## 参考文献

- [1] Böhler, L. (1951) Die Technik der Knochenbruchbehandlung. Maudrich.
- [2] Ea, N. (1949) Fractures of the DORSO-Lumbar Spine. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, **31**, 376-394.
- [3] Holdsworth, F.W. (1963) Fractures, Dislocations, and Fracture-Dislocations of the Spine. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, **45**, 6-20. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.45b1.6>.
- [4] Holdsworth, F. (1970) Review Article Fractures, Dislocations, and Fracture-Dislocations of the Spine. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **52**, 1534-1551. <https://doi.org/10.2106/00004623-197052080-00002>.
- [5] Whitesides Jr., T.E. (1977) Traumatic Kyphosis of the Thoracolumbar Spine. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **128**, 78-92.
- [6] Lob, A. (1954) Die Wirbelsäulen-Verletzungen und ihre Ausheilung. Thieme, Stuttgart.
- [7] Louis, R. (1977) Les théories de l'instabilité. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur*, **63**, 423-425.
- [8] Roy-Camille, R. (1979) Early Management of Spinal Injuries. *Recent Advances in Orthopedics*.

- [9] Roy-Camille, R. (1980) La luxation anterolaterale du rachis lombosacre: Une lesion rare. *Revue de Chirurgie Orthopédique*, **66**, 105-109.
- [10] Denis, F. (1982) Updated Classification of Thoracolumbar Fractures. *Journal of Orthopaedic Translation*, **6**, 41-48.
- [11] Denis, F. (1983) The Three Column Spine and Its Significance in the Classification of Acute Thoracolumbar Spinal Injuries. *Spine*, **8**, 817-831. <https://doi.org/10.1097/00007632-198311000-00003>.
- [12] Denis, F. (1984) Spinal Instability as Defined by the Three-Column Spine Concept in Acute Spinal Trauma. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **189**, 65-76. <https://doi.org/10.1097/00003086-198410000-00008>
- [13] McAfee, P.C., Yuan, H.A., Fredrickson, B.E. and Lubicky, J.P. (1983) The Value of Computed Tomography in Thoracolumbar Fractures. An Analysis of One Hundred Consecutive Cases and a New Classification. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **65**, 461-473. <https://doi.org/10.2106/00004623-198365040-00006>
- [14] White, A.A. (1989) Clinical Biomechanics of Cervical Spine Implants. *Spine*, **14**, 1040-1045. <https://doi.org/10.1097/00007632-198910000-00002>
- [15] Ferguson, R.L. and Allen, B.L. (1984) A Mechanistic Classification of Thoracolumbar Spine Fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **189**, 77-88. <https://doi.org/10.1097/00003086-198410000-00009>
- [16] Magerl, F., Aebi, M., Gertzbein, S.D., Harms, J. and Nazarian, S. (1994) A Comprehensive Classification of Thoracic and Lumbar Injuries. *European Spine Journal*, **3**, 184-201. <https://doi.org/10.1007/bf02221591>
- [17] Vaccaro, A.R., Lehman, R.A., Hurlbert, R.J., Anderson, P.A., Harris, M., Hedlund, R., et al. (2005) A New Classification of Thoracolumbar Injuries: The Importance of Injury Morphology, the Integrity of the Posterior Ligamentous Complex, and Neurologic Status. *Spine*, **30**, 2325-2333. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000182986.43345.cb>
- [18] 孙兆云, 李士光, 陈伯华, 等. 胸腰椎骨折后纵韧带损伤的 MR 影像特点[J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23(10): 882-886.
- [19] 邓德茂, 孟俊非, 陈应明, 等. 近 10 年国内外骨骼肌肉系统主要影像学论文的分析与展望[J]. 中华放射学杂志, 2007, 41(3): 274-279.
- [20] Chen, F., Shi, T., Li, Y., Wang, H., Luo, F. and Hou, T. (2018) Multiple Parameters for Evaluating Posterior Longitudinal Ligaments in Thoracolumbar Burst Fractures. *Der Orthopäde*, **48**, 420-425. <https://doi.org/10.1007/s00132-018-03679-1>
- [21] Dai, J., Lin, H., Niu, S., et al. (2015) Correlation of Bone Fragments Reposition and Related Parameters in Thoracolumbar Burst Fractures Patients. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, **8**, 11125-11131.
- [22] Tan, J., Shen, L., Fang, L., Chen, D., Xing, S., Shi, G., et al. (2015) Correlations between Posterior Longitudinal Injury and Parameters of Vertebral Body Damage. *Journal of Surgical Research*, **199**, 552-556. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.04.068>
- [23] Xu, G.J., Li, Z.J., Ma, J.X., Zhang, T., Fu, X. and Ma, X.L. (2013) Anterior versus Posterior Approach for Treatment of Thoracolumbar Burst Fractures: A Meta-analysis. *European Spine Journal*, **22**, 2176-2183. <https://doi.org/10.1007/s00586-013-2987-y>
- [24] Dewald, R.L. (1984) Burst Fractures of the Thoracic and Lumbar Spine. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **189**, 150-161. <https://doi.org/10.1097/00003086-198410000-00016>.
- [25] Fredrickson, B.E., Edwards, W.T., Rauschnig, W., et al. (1992) 1992 Volvo Award in Experimental Studies Vertebral Burst Fractures: An Experimental, Morphologic, and Radiographic Study. *Spine*, **17**, 1012-1021. <https://doi.org/10.1097/00007632-199209000-00002>
- [26] 林野, 吴丹凯, 朱庆三, 等. 胸腰椎爆裂骨折椎管内骨块复位的生物力学与解剖学研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2004, 22(1): 89-91.
- [27] Mi, J., Sun, X., Zhang, K., Zhao, C. and Zhao, J. (2018) Prediction of MRI Findings Including Disc Injury and Posterior Ligamentous Complex Injury in Neurologically Intact Thoracolumbar Burst Fractures by the Parameters of Vertebral Body Damage on CT Scan. *Injury*, **49**, 272-278. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.12.011>
- [28] 刘冬, 仲丹, 胡英良, 等. 伤椎 CT 值压缩比对骨质疏松压缩性骨折椎间盘损伤的诊断价值[J]. 实用骨科杂志, 2020, 26(10): 865-868.
- [29] Chen, J., Goswami, A., Xu, D., Xuan, J., Jin, H., Xu, H., et al. (2016) The Radiologic Assessment of Posterior Ligamentous Complex Injury in Patients with Thoracolumbar Fracture. *European Spine Journal*, **26**, 1454-1462. <https://doi.org/10.1007/s00586-016-4687-x>
- [30] Kwon, K.Y., Park, H., Shin, J.S. and Lee, J.P. (2016) Another Diagnostic Tool in Thoracolumbar Posterior Ligament Complex Injury: Interspinous Distance Ratio. *European Spine Journal*, **26**, 1447-1453. <https://doi.org/10.1007/s00586-016-4662-6>
- [31] Khurana, B., Prevedello, L.M., Bono, C.M., Lin, E., McCormack, S.T., Jimale, H., et al. (2018) CT for Thoracic and



- Lumbar Spine Fractures: Can CT Findings Accurately Predict Posterior Ligament Complex Injury? *European Spine Journal*, **27**, 3007-3015. <https://doi.org/10.1007/s00586-018-5712-z>
- [32] Jiang, L., Zhang, H., Chen, H. and Wu, Q. (2018) Kyphotic Angle of the Motion Segment Most Accurately Predicts Injury to the Ligamentous Complex on Computed Tomography Scan of Thoracolumbar Fractures. *World Neurosurgery*, **118**, e405-e413. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.06.202>
- [33] Zhao, J., Liu, Y., Yin, R., Wang, J., Yang, Y. and Liu, P. (2013) Ultrasound Assessment of Injury to the Posterior Ligamentous Complex in Patients with Mild Thoracolumbar Fractures. *Journal of International Medical Research*, **41**, 1252-1257. <https://doi.org/10.1177/0300060513483407>
- [34] Wu, C., Jin, H., Yan, Y., Chen, J., Wang, K., Wang, J., et al. (2018) Biomechanical Role of the Thoracolumbar Ligaments of the Posterior Ligamentous Complex: A Finite Element Study. *World Neurosurgery*, **112**, e125-e133. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.12.171>
- [35] Li, Y., Shen, Z., Huang, M. and Wang, X. (2017) Stepwise Resection of the Posterior Ligamentous Complex for Stability of a Thoracolumbar Compression Fracture: An *in Vitro* Biomechanical Investigation. *Medicine*, **96**, e7873. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000007873>
- [36] Tan, T., Rutges, J., Marion, T., Gonzalvo, A., Mathew, J., Fitzgerald, M., et al. (2019) Anterior versus Posterior Approach in Traumatic Thoracolumbar Burst Fractures Deemed for Surgical Management: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Neuroscience*, **70**, 189-197. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2019.07.083>
- [37] Yuan, L., Yang, S., Luo, Y., Song, D., Yan, Q., Wu, C., et al. (2020) Surgical Consideration for Thoracolumbar Burst Fractures with Spinal Canal Compromise without Neurological Deficit. *Journal of Orthopaedic Translation*, **21**, 8-12. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2019.12.003>
- [38] Leferink, V., Zimmerman, K., Veldhuis, E., ten Vergert, E. and ten Duis, H. (2001) Thoracolumbar Spinal Fractures: Radiological Results of Transpedicular Fixation Combined with Transpedicular Cancellous Bone Graft and Posterior Fusion in 183 Patients. *European Spine Journal*, **10**, 517-523. <https://doi.org/10.1007/s005860100319>
- [39] Wang, L., Li, J., Wang, H., et al. (2014) Posterior Short Segment Pedicle Screw Fixation and TLIF for the Treatment of Unstable Thoracolumbar/Lumbar Fracture. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **15**, Article No. 40. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-40>
- [40] Li, C., Pan, J., Gu, Y. and Dong, J. (2016) Minimally Invasive Pedicle Screw Fixation Combined with Percutaneous Vertebroplasty for the Treatment of Thoracolumbar Burst Fracture. *International Journal of Surgery*, **36**, 255-260. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2016.11.003>
- [41] Mahar, A., Kim, C., Wedemeyer, M., Mitsunaga, L., Odell, T., Johnson, B., et al. (2007) Short-segment Fixation of Lumbar Burst Fractures Using Pedicle Fixation at the Level of the Fracture. *Spine*, **32**, 1503-1507. <https://doi.org/10.1097/brs.0b013e318067dd24>
- [42] Peng, Y., Zhang, L., Shi, T., Lv, H., Zhang, L. and Tang, P. (2015) Relationship between Fracture-Relevant Parameters of Thoracolumbar Burst Fractures and the Reduction of Intra-Canal Fracture Fragment. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **10**, Article No. 131. <https://doi.org/10.1186/s13018-015-0260-2>
- [43] Aebli, N., Kaiser, T., Moulin, P. and Krebs, J. (2013) Short-segment Posterior Instrumentation Combined with Anterior Spondylodesis Using an Autologous Rib Graft in Thoracolumbar Burst Fractures. *Acta Orthopaedica*, **85**, 84-90. <https://doi.org/10.3109/17453674.2013.871137>
- [44] Toyone, T., Tanaka, T., Kato, D., Kaneyama, R. and Otsuka, M. (2006) The Treatment of Acute Thoracolumbar Burst Fractures with Transpedicular Intracorporeal Hydroxyapatite Grafting Following Indirect Reduction and Pedicle Screw Fixation: A Prospective Study. *Spine*, **31**, E208-E214. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000208161.74286.ad>
- [45] Shen, Y., Zhang, P., Zhao, J., et al. (2011) Pedicle Screw Instrumentation plus Augmentation Vertebroplasty Using Calcium Sulfate for Thoracolumbar Burst Fractures without Neurologic Deficits. *Orthopaedic Surgery*, **3**, 1-6. <https://doi.org/10.1111/j.1757-7861.2010.00114.x>