DOI:10.16016/j.1000-5404.2001.07.024
第23卷第7期 第三军医大学学报 Vol. 23, No. 7
2001年7月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Jul. 2001

文章编号:1000-5404(2001)07-0803-03

论著

脊柱爆裂骨折模型的建立及椎管内测压装置的设计

谢宝钢[1],吴梅英[2],杨吉祥[2],宋国庆[2] ([1]解放军254医院骨科,天津 300142;[2]第三军医大学附属西南医院骨科,重庆 400038)

提 要:目的 建立脊柱爆裂骨折模型及设计记录动态椎管内压力变化的装置,为脊柱爆裂型骨折合并脊髓神经损伤的基础研究提供实验方法及装置。方法 对9个截取脊柱节段($T_{9\sim11}$、$T_{12}\sim L_2$、$L_{3\sim5}$各3个)准静态撞击模型标本进行撞击实验;利用截取脊柱$T_{10}\sim L_4$节段标本8具做为测压组进行模型复制及椎管内压力测定。结果 撞击组:落锤在1.5 m高度撞击的实验,即能复制出爆裂型骨折模型且脊柱实验单元完整性好,9具标本均达到以上标准;测压组:在爆裂型骨折复制过程中,在椎管内记录到两种压力波型曲线及压力峰值,分别将以正波压力为主的称为A型压力波及以正负波压力为主的称为B型压力波。A型压力波者4具标本,B型压力波者2具标本,1具标本椎管内压力无改变,另外1具标本由于测试系统故障,未能测到椎管内压力。结论 本研究所设计的装置能较好地复制目标椎体爆裂型骨折及记录到椎管内压力的动态变化。

关键词:胸腰椎骨折;压力;模型
中图法分类号:R-331;R683.2 文献标识码:A

Establishment of spinal burst fracture model and device for measuring intracanal pressure

XIE Bao-gang, WU Mei-ying, YANG Ji-xiang, SONG Guo-qing (Department of Orthopedics, No. 254 Hospital of PLA, Tianjin 300142, China)

Abstract: **Objective** To establish a model of burst fracture in the spine and a device for dynamically measuring the internal pressure as the basic research methods and apparatus to study burst fracture accompanied with spinal nervous deficit. **Methods** Impact group: all 9 samples of the segment T_{9-11}, $T_{12}-L_2$, L_{3-5} each having 3 respectively received the hits from 1.5, 2.0, 2.5 and 3.0 m with a weight of 15 kg. Measuring compression group: 8 specimen of the segment $T_{10}-L_4$ were applied to measuring the compression of internal spinal canal according to the results of impact group. All of them were studied with X-ray, CT and dissection. **Results** A standard model of burst fracture with burst fracture and intact spinal segment was established under the weight of 15 kg and height of 1.5 m. There were 2 types of pressure waves in measuring compression group, type A wave majoring positive pressure and type B positive and negative. In measuring compression group, 4 specimens showed type A wave, 2 specimens type B, 1 had no change of the intracanal pressure and that of the rest specimen was not obtained because of measuring system was out of order. **Conclusion** The device can produce more standard model of spinal burst fracture and record the changed pressure of intracanal dynamically.

Key words: thoracolumbar burst fracture; pressure; model

脊椎爆裂型骨折的危害是导致脊髓神经损伤,其损伤程度决定着截瘫的不同等级及脊髓神经功能的恢复。由于脊髓神经组织损伤程度取决于脊髓遭受的打击力大小。为了能更好地在离体条件下模拟脊髓神经损伤机制,我们应用BIM-Ⅰ型立式生物撞击机在高速准静态轴向加载和应力遮挡技术建立脊椎爆裂型骨折模型,并成功地应用传感技术记录到瞬间椎管内压力峰值及波形变化。

1 材料与方法

1.1 实验标本制备

从成年人新鲜尸体脊柱标本截取3个相邻椎体及两个椎间盘组织构成9个脊柱准静态撞击模型标本,节段从$T_{9\sim11}$、$T_{12}\sim L_2$、$L_{3\sim5}$各3个做为撞击组,截取脊柱$T_{10}\sim L_4$节段标本8具作为测压组。实验标本均用生理盐水棉垫包裹双层塑料袋包扎并放入-20 ℃冰柜内冷冻保存。实验前标本在室温下解冻,切除脊柱周围的软组织和肌肉,完整保留韧带及关节囊。X线摄片及实验结束后进行解剖检查证明标本无病理改变。

1.2 实验装置

1.2.1 撞击力及持续时间测量装置 本实验所采用的撞击力测量装置包括YD-21型石英晶体力传感器,SK2886型电荷放大器,记录装置用HP54509型数字存储示波器。

1.2.2 椎管内压力测量装置 采用YC-10型压阻式压力传感器(直径3 mm,长10 mm),YD-21型石英晶体力传感器,HG-8型8通道调制器又称直流放大器,HP54509型数字存储示波器及HP-3型喷墨打印机。应用自制的直径为6 mm圆刀将脊髓切除并保留完整的硬脊膜囊,神经孔用牙托粉填塞。传感器放在L_4椎体后方的硬脊膜囊内,X线透视定位后固定。在硬脊膜囊内注入生理盐水,液面高于传感器,根据传感器压力标定值换算出椎管内的实际压力值。

1.3 致伤方法

本实验均采用第三军医大学附属大坪医院野战外科研究所第四研究室研制的BIM-Ⅰ型立式生物撞击机进行准静态轴向加载,落锤重量15 kg。

撞击组:实验条件和撞击瞬间标本响应的物理参数见表1。

作者简介:谢宝刚(1962-),男,天津市人,硕士,副主任医师,主要从事脊柱外伤的基础理论和临床治疗方面的研究,发表论文8篇。电话:(022)84683069

收稿日期:2001-04-10;修回日期:2001-06-09

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 撞击的物理参数和结果

Tab 1 Physical parameter and result of impact

Serial number	Sample	Section of SC	Height of hammering(m)	Time of impacting(ms)	Strength of impact(kN)
1	4	$T_{12}\sim L_2$	1.5	11.7	9.0
2	7	$L_3\sim L_5$	1.5	11.5	9.4
3	3	$T_9\sim T_{11}$	2.0	11.8	15.6
4	5	$T_{12}\sim L_2$	2.0	15.0	16.5
5	8	$L_3\sim L_5$	2.0	16.0	17.6
6	6	$T_{12}\sim L_2$	2.5	16.2	20.4
7	9	$L_3\sim L_5$	2.5	17.0	20.2
8	1	$T_9\sim T_{11}$	3.0	17.5	21.5
9	2	$T_9\sim T_{11}$	3.0	17.0	22.0

测压组：用直径 100 mm 模具将 $T_{10\sim12}$、$L_{2\sim4}$ 椎体固定，仅暴露 L_1 椎体及其上下椎间盘。再将标本垂直固定在 BIM-Ⅰ型立式生物撞击机固定模具上，采用准静态加载方式致伤。致伤参数是对撞击组实验数据进行筛选后，选用 15 kg 重锤沿垂直滑道从 1.5 m 高处坠落，作用在二次锤上。椎管内压力变化通过 YC-10 型压阻式压力传感器采集，撞击力通过 YD-21 型力传感器记录撞击力时间曲线。撞击后对脊柱标本拍摄正、侧位 X 线片，CT 扫描及解剖学检测。

2 结果

2.1 撞击组

表 1 通过 YD-21 型力传感器所记录到的数据显示同等重量的落锤在不同高度所产生撞击力大小及作用于二次锤的持续时间不同。9 具标本大体解剖观察均有椎体粉碎性骨折并且椎体后上缘骨折块突入椎管内，且随着重锤高度的提升脊柱实验单元破坏程度加重，也逐渐失去模型的应用价值。而 1.5 m 高度的撞击，即能复制出爆裂型骨折模型，又能保持脊柱实验单元有较好完整性。

2.2 测压组

在脊柱胸腰段准静态高速加载实验过程中，压力测量装置在椎管内记录到两种压力波型曲线，分别为以正波压力为主的 A 型压力波及以正负波压力为主的 B 型压力波，见图 1、2。其中 4 具标本为 A 型压力波，2 具标本为 B 型压力波，1 具标本椎管内压力无改变，另外 1 具标本由于测试系统故障，未能测到椎管内压力。椎管内压力变化情况见表 2。X 线片检查、CT 扫描(图 3)及解剖学检测证实 6 具标本为爆裂型骨折，2 具标本无放射影像学异常表现。

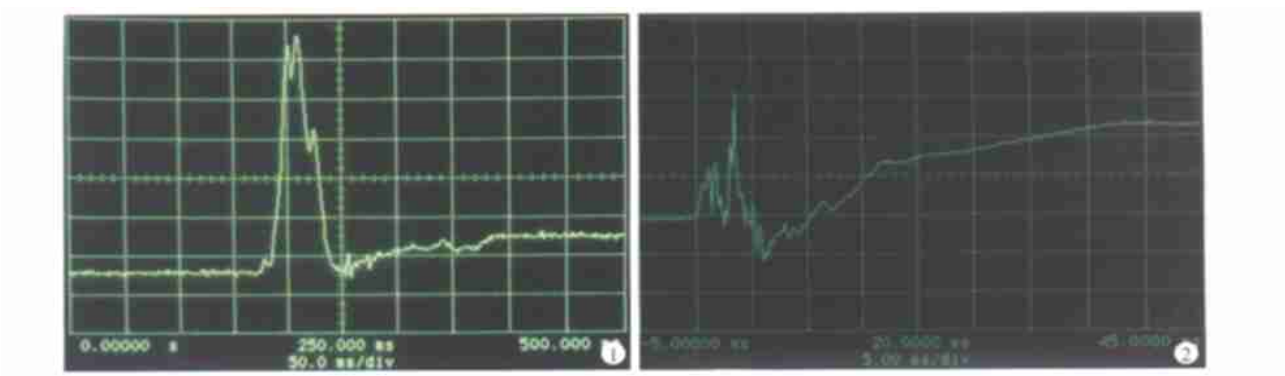


图 1 A 形压力波 以正波压力为主的压力波

Fig 1 Type A pressure wave Mainly positive pressure

图 2 B 形压力波 以正负波压力为主的压力波

Fig 2 Type B pressure wave Mainly positive and negative pressure



图 3 爆裂型骨折撞击后标本 CT 扫描

Fig 3 CT scanning of the spinal segment with burst fracture after hitting

表 2 椎管内压力的改变

Tab 2 Changes of pressure of internal spinal canal

Serial number	Model of waves	Peak worth of pressure (kPa)	Time of impacting(ms)	Type of fracture
4	B	65	20.0	No fracture
5	B	81	16.7	No fracture
2	A	119	18.5	L_1 burst fracture
1	A	63	17.2	L_1 burst fracture
3	A	29	17.0	L_1 burst fracture
8	A	322	32.2	L_1 burst fracture
6	—	—	—	T_{11}、L_1 burst fracture
7	—	—	—	L_1 burst fracture

3 讨论

随着 CT 和 MRI 的广泛应用已经发现大多数爆裂型骨折伴有损伤节段的椎体后上缘的骨折块突入到椎管内造成脊髓受压，但其只反映静止状态下骨折块对脊髓神经组织的压迫，不能很好地反映脊髓神经组织

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

瞬间损伤的情况。虽然 Panjabi[1] 研究发现，脊柱在纵向载荷作用下椎管动态侵占大于静态侵占的 85%，即椎管侵占在卸载过程中有一定比例的回缩，但是其不能记录到主要决定脊髓神经组织损伤程度的瞬间打击力大小，怎样才能测量到瞬间椎管内压力变化，这对脊髓神经组织损伤程度及功能恢复的研究致关重要。本研究从以下两个方面进行探讨。

3.1　脊柱爆裂型骨折模型复制

以往报道爆裂型骨折形成与以下三个基本参数有关：①椎间盘健康状况[2]，②加载速率[3]，③载荷能量[4]。本实验结果也表明，椎间盘健康状况、载荷能量及加载速率是爆裂型骨折形成及模型复制中不可缺少的组织学及物理学参数。但撞击组结果提示不同高度所产生撞击能量所造成实验单元的脊椎标本破坏程度不同，落锤在 1.5 m 高度时即能复制出临床所见到的爆裂型骨折，又能保持实验单元脊柱的完整性，此撞击能量略高于椎体破坏极限，其它实验高度虽能复制成爆裂型骨折模型，但实验单元脊柱的完整性破坏较重，不能利用此标本进行其他实验研究，因此将此结果作为测压组模型复制的致伤参数，更有利于椎管内压力的测定。实验设计中的撞击力及持续时间测量装置，能很好地记录到撞击力作用于标本的力大小及持续时间，进一步揭示了爆裂型骨折产生的相关因素，也为测压组能精确复制爆裂型骨折提供了实验数据。另外在复制测压组爆裂型骨折模型时，为达到目标椎体即 L_1 椎体形成爆裂型骨折，又不造成其它脊椎结构严重破坏的目的。本研究采用应力遮挡技术即采用钢性固定模具分别将 T_{10}～T_{12}节段和 L_2～L_4 节段固定成一体，L_1 为致伤椎体。由于模具的刚度远远大于脊椎刚度，撞击力经过模具直接传导到 L1 椎体及其邻近的椎间盘，T_{10}～T_{12}节段和 L_2～L_4 节段所受撞击力远小于 L_1 椎体及其邻近的椎间盘组织。这样才能达到目标椎体爆裂性骨折。这套装置使测压组 8 例标本中 7 例完整地复制了 L_1 椎体爆裂性骨折，只有 1 例为 T_{11}和 L_1 爆裂性骨折。

3.2　椎管内压力测量装置

本研究选择 T_{10}～L_4 节段，上下端均封闭，中间充满液体，形成一密闭空间。为更真实模拟脊髓的缓冲空间，上端存在少量空气，将直径 3 mm，长 10 mm 压阻式压力传感器置于液体中，这样测得的压力代表该处三维应力的矢量和，也克服了因传感器受面小且位于长轴头部以及因组织间的贴附而测不到实际压力和测向单向性的缺点。此项椎管内压力测量装置在椎体爆裂型骨折复制过程中，不但成功记录到椎管内瞬间的压力变化及持续时间，还记录到压力变化的波形图。以上结果如能结合标本放射影像学改变及大体解剖所见能更好阐述脊髓神经组织的损伤机制[5]。

综上所述，本研究所设计的装置能较好复制目标椎体爆裂型骨折及记录动态椎管内压力变化，为脊柱爆裂型骨折合并脊髓神经损伤的基础研究提供实验方法及装置。

参考文献：

[1] Panjabi M M, Kifune M, Wen L. Dynamic canal encroachment during thoracolumbar burst fractures[J]. J Spinal Disord, 1995, 8(1): 39－48.
[2] Shirado O, Kaneda K, Tadano S, *et al*. Influence of disc degeneration on mechanism of thoracolumbar burst fractures[J]. Spine, 1992, 17(3): 286－292.
[3] Tran N T, Watson N A, Tencer A F, *et al*. Mechanism of the burst fracture in the thoracolumbar spine. The effect of loading rate[J]. Spine, 1995, 20(8): 1 984－1 988.
[4] Fredrickson B E, Mann K A, Yuan H A, *et al*. Reduction of the intracanal fragment in experimental burst fractuers[J]. Spine, 1988, 13(3): 267－271.
[5] 谢宝钢，吴梅英，杨吉祥. 冲击载荷造成椎管内压变化与脊髓损伤评估[J]. 中华骨科杂志，2000，20(8)：493－495.

（编辑　冷怀明）

文章编号：1000-5404(2001)07-0805-01

个案与短篇

Tuftsin 对脾巨噬细胞、单核细胞表达 HLA 和 B7-2 的影响

Influence of tuftsin on the expression of HLA and B7-2 on the monocyte and splenetic macrophape

雷　新，韩本立　（第三军医大学附属西南医院全军肝胆外科研究所、西南肝胆外科医院，重庆 400038）

本实验拟在国内首次化学合成 Tuftsin（Thr-Lys-Pro-Arg）的基础上，初步探讨其对单核细胞和巨噬细胞表达 HLA-DR、HLA-ABC 和 B7-2 功能的影响。

1　材料和方法

Tuftsin 按 Thr-Lys-Pro-Arg 的结构由我校免疫学教研室在多肽合成仪上采用 Fmoc 保护固相法进行合成，合成 Tuftsin 经毛细管电泳检测，纯度达 99.9%（详见文献[1]）。

作者简介：雷　新（1964－），男，吉林省松源市人，博士，主治医师，主要从事肿瘤放射生物学，肿瘤的免疫治疗方面的研究，发表论文 12 篇，现在附属大坪医院野战外科研究所放疗科，重庆 400042。电话：(023)68757346

收稿日期：2000-01-15；修回日期：2000-05-10

（下转 809 页）

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net