论著

文章编号:1000-5404(2005)06-0474-03

SPECT观察兔肺撞击伤伤情演变的实验研究

吴秋平[1],蒋耀光[2],陈邦菊[1],闵家新[1] (第三军医大学:[1]新桥医院胸外科,重庆 400037,[2]大坪医院野战外科研究所胸心外科,重庆 400042)

提 要:目的 比较研究声门紧闭与开放状态下兔肺撞击伤的伤情变化规律。**方法** 建立兔肺撞击伤模型,采用单光子发射计算机断层显像(SPECT)对声门紧闭与开放状态下兔肺撞击后肺损伤伤情进行动态观察。**结果** 在伤后各时间点,声门紧闭组撞击侧(右肺)ROI_2/ROI_1及非撞击侧(左肺)ROI_3/ROI_1比值显著高于声门开放组($P<0.05$)。**结论** 声门紧闭组的肺损伤程度大于声门开放组,SPECT不仅可以显示病灶的位置和大小,还可以早期对病情的发展提供有意义的判定。

关键词:胸部创伤;撞击伤;SPECT

中图法分类号:R642;R655.02;R814.42 **文献标识码**:A

Development of lung impact injuries in rabbits by SPECT

WU Qiu-ping[1], JIANG Yao-guang[2], CHEN Bang-ju[1], MIN Jia-xin[1] ([1]Department of Thoracic Surgery, Xinqiao Hospital, Chongqing 400037, [2]Trauma Center, Institute of Surgery Research, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China)

Abstract: Objective To compare the changes of lung impact injuries under the closed and open states of glottis. **Methods** The animal model of lung impact injuries was established. The development of lung impact injuries in the rabbit glottis under the closed and open states was observed by single photon emission computerized tomography (SPECT). **Results** ROI_2/ROI_1 ratios of both right and left lungs in the closure group were insignificantly higher than those in the open group at the designed time points ($P<0.05$). **Conclusion** The severity of lung injuries in the closed group is significantly higher than that in the open group under the same impact condition. SPECT can indicate the location and size as well as the changes of injury, and can hence provide valuable evaluation of the early development and treatment of the injuries.

Key words: thoracic trauma; impact injury; single photon emission computerized tomography

临床上,肺撞击伤因其损伤的严重性、多发性、隐匿性及死亡率高的特点而引起医生的高度重视,有学者认为,在撞击瞬间,声门关闭[1],肺内空气不能排出,胸腔内压力增大,胸部创伤性压缩可迅速导致肺血管压力和气道压力骤然升高,至一定程度,肺血管发生破裂,之后随着胸部压缩的骤然减弱,变形的胸廓弹回到它原来的形状,引起肺扩张并可造成肺血管破裂,从而加重肺损伤。但也有研究指出声门紧闭可减轻撞击后肺损伤[2]。因此,肺撞击伤在声门紧闭状态下的发生特点及机制还有争论,缺乏统一的实验依据。本研究利用采用单光子发射计算机断层显像(single photon emission computerized tomography, SPECT)等方法,观察声门紧闭与开放状态下,兔肺撞击损伤伤情演变规律,为临床应用SPECT诊断肺撞击伤提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验动物与致伤模型

新西兰实验兔12只,由第三军医大学大坪医院野战外科研究所实验动物中心提供,体质量(2.24±0.35)kg,雌雄不拘。分为两组:声门开放组撞击6只,声门紧闭组撞击6只。1.5%戊巴比妥钠1 ml/kg兔耳缘静脉注射麻醉后,颈部切口,颈静脉插管至右心房。行气管插管术,通过使气管导管开放和夹闭来模拟声门开放和紧闭的生理状态。致伤动物采用BIM-Ⅱ型生物撞击机,对兔右侧胸部准静态正面撞击,撞击部位为右锁骨中线第4肋间。致伤参数设置为[3]:驱动压力800×10^3 kPa,压缩量30%,撞击面积1.77 cm^2。

1.2 采集显像方法

采用东芝GCA-7100A/DI型SPECT仪,低能通用准直器,矩

基金项目:重庆市科委资助项目(2002)
Supported by the Foundation of Scientific Committee of Chongqing (2002)

作者简介:吴秋平(1967-),男,重庆市人,博士,主治医师,讲师,主要从事胸部创伤方面的研究。电话:(023)68774724

收稿日期:2004-12-07;**修回日期**:2005-01-26

阵 128 × 128，预置计数 1.5×10^6。采集兔致伤前正常血池显像，撞击致伤后 0.5、1、2、4、6、8、10、12 h 和 24 h 重复显像，每次显像前 10 min 均由颈静脉插管内推注 $^{99}TC^m$-DTPA，$^{99}TC^m$-DTPA 用量为每次 18.5 MBq/kg。

1.3　图像及数据处理

采用感兴趣区（region of interesting，ROI）技术处理图像：ROI 为像素 3 × 3，分别勾画动物心脏部位（ROI_1）、右肺致伤部位（ROI_2）及左肺相对应部位（ROI_3），得到各自平均计数，计算动物不同时间点 ROI_2/ROI_1 及 ROI_3/ROI_1 的比值，绘制其双肺损伤随时间变化的曲线。

1.4　统计学处理

采用 SAS 6.12 统计软件包对数据作配对 t 检验、趋势分析。

2　结果

2.1　声门开放状态下 SPECT 显像观察

动物伤前右肺 ROI_2/ROI_1 比值为 0.44 ± 0.05，左肺 ROI_3/ROI_1 比值为 0.45 ± 0.06。当动物受到准静态撞击后 30 min，撞击侧（右肺）ROI_2/ROI_1 比值为 0.87 ± 0.19，非撞击侧（左肺）ROI_3/ROI_1 比值为 0.59 ± 0.05，均较伤前显著升高（$P < 0.01$）。左肺升高较缓慢，双肺 ROI 比值至伤后 6 h 达到高峰。之后缓慢下降，右肺 ROI 比值显著高于左肺。双肺伤后各时相点 ROI 比值均高于伤前，见表 1。

表 1　声门开放状态下，双侧肺组织 ROI 比值随时间变化趋势的比较（$n = 6$，$\bar{x} \pm s$）

Tab 1　Comparison of the time-dependent ROI values between the bi-lateral lungs under the open state of glottis（$n = 6$，$\bar{x} \pm s$）

Value	Normal	Post-injuried (h)								
		0.5	1	2	4	6	8	10	12	24
ROI_2/ROI_1	0.44 ± 0.05	0.87 ± 0.19*	0.88 ± 0.17*	1.00 ± 0.18*	1.14 ± 0.21*	1.39 ± 0.30*	1.15 ± 0.24*	0.91 ± 0.17*	0.79 ± 0.16*	0.78 ± 0.14*
ROI_3/ROI_1	0.45 ± 0.06	0.59 ± 0.05*	0.63 ± 0.09*	0.71 ± 0.08*	0.83 ± 0.20*	1.04 ± 0.23*	0.91 ± 0.22*	0.77 ± 0.15*	0.67 ± 0.12*	0.65 ± 0.10*

*：$P < 0.01$，*vs* normal

2.2　声门紧闭状态下 SPECT 显像观察

动物在声门紧闭状态下 SPECT 显像观察到的 ROI 比值变化与声门开放状态下 SPECT 显像观察到的类似。但撞击侧（右肺）ROI_2/ROI_1 比值和非撞击侧（左肺）ROI_3/ROI_1 比值增大，且峰值提前，双肺 ROI 比值至伤后 4 h 达到高峰。在伤后各时间点，声门紧闭组 ROI_2/ROI_1 及 ROI_3/ROI_1 比值与声门开放组的各值相比有显著性差异（$P < 0.05$），见表 2。

表 2　声门紧闭状态下，双侧肺组织 ROI 平均计数值的比值随时间变化趋势的比较（$n = 6$，$\bar{x} \pm s$）

Tab 2　Comparison of the time-dependent ROI values between the bi-lateral lungs under the closed state of the glottis（$n = 6$，$\bar{x} \pm s$）

Value	Normal	Post-injuried (h)								
		0.5	1	2	4	6	8	10	12	24
ROI_2/ROI_1	0.45 ± 0.04	0.99 ± 0.11*#	1.08 ± 0.15*#	1.15 ± 0.13*#	1.47 ± 0.24*#	1.39 ± 0.21*#	1.35 ± 0.18*#	1.09 ± 0.12*#	1.03 ± 0.07*#	0.98 ± 0.07*#
ROI_3/ROI_1	0.44 ± 0.06	0.74 ± 0.08*	0.86 ± 0.08*	0.97 ± 0.10*	1.77 ± 0.19*	1.11 ± 0.25*	1.09 ± 0.17*	0.92 ± 0.08*	0.87 ± 0.05*	0.77 ± 0.09*

*：$P < 0.01$，*vs* normal；#：$P < 0.05$，*vs* ROI_3/ROI_1

3　讨论

20 世纪 70 年代末期，SPECT 开始应用于临床，我国从 1983 年开始引进和应用。SPECT 与 X 线、CT、MRI、超声等其他影像技术比较有其固有的优势[4]：①SPECT 不仅显示脏器和病变的位置、形态、大小等解剖结构，更重要的是同时提供脏器和病变的血流、功能和引流等方面的信息，这有助于疾病的早期诊断。②具有多种动态显像方式，使脏器和病变的血流和功能情况得以动态而定量地显示，能给出很多功能参数。③SPECT 多因脏器或病变特异性聚集某一种显像剂而显影，因此影像常具有较高的特异性。

本实验结果显示，无论声门开放或紧闭状态，准静态撞击伤后 30 min 均出现撞击侧（右肺）ROI_2/ROI_1 及非撞击侧（左肺）ROI_3/ROI_1 比值立即升高。声门紧闭组 ROI 比值在伤后 4 h 达到高峰，而声门开放组 ROI 比值至伤后 6 h 达到高峰。在伤后各时间点，声门紧闭组撞击侧（右肺）ROI_2/ROI_1 及非撞击侧（左肺）ROI_3/ROI_1 比值显著高于声门开放组（$P < 0.05$），表明声门紧闭组的损伤程度大于声门开放组。声门紧闭状态下肺撞击伤较为严重的可能机制：①胸部前后挤压后，胸廓前后径变小，使两肺向左右两侧牵引，可导致支气管破裂。②胸部受压的一瞬间，患者屏气，声门紧闭，气

管被压于胸骨与脊柱之间，气管和支气管内压力骤然升高，超过气管支气管的弹性发生破裂。③外伤时，机体和肺脏突然减速，在支气管固定点出现较大的剪切力。④声门紧闭，气道内压急剧升高，气道内外压差骤增，呈剪刀样切割作用，使之横断。⑤当胸腹部突然遭受严重挤压时，作为紧急困境反应的一部分，反射性深吸气和声门紧闭，从而引起上腔静脉压力骤然升高，静脉血反流，小静脉或毛细血管破裂出血[5]。⑥声门紧闭造成呼吸道梗阻，呼吸停顿在闭合性胸部创伤性中起重要作用[6]。

肺是一个血循环极为丰富的器官，损伤时可大量出血，当胸部受到强烈暴力时，可引起肺泡及肺间质出血，肺血管破裂可在肺内产生血肿，大小不一，以出血多少而异。$^{99}Tc^{m}$-DTPA 放射性核素显像（SPECT）可以用于诊断肺挫伤，判断出血和水肿。DTPA 是水溶性小分子螯合物，正常情况下不能透过毛细血管壁，除少量（<5%）与血浆蛋白结合外，其余经肾小球滤过排泄。肺挫伤发生时，血管破裂，毛细血管通透性增高[7]，$^{99}Tc^{m}$-DTPA不仅通过破裂的血管进入肺组织，还能透过损伤的毛细血管壁进入肺泡。$^{99}Tc^{m}$-DTPA 核素显像所示的放射性异常浓集区，不仅提示该部位存在出血病灶，还表明局部有水肿。由于 $^{99}Tc^{m}$-DTPA 血液清除快，动态观察肺内渗出可采取反复注射方法。因此，SPECT 不仅可以显示病灶的位置和大小，还可以早期对病情的发展提供有意义的判定[8,9]。

此外，本结果还显示非撞击侧（左肺）ROI_3/ROI_1 比值均较伤前显著升高（$P<0.01$），至伤后 6 h 达到高峰。表明对侧肺有微血管通透性增加和肺水肿的发生，提示尽管对侧肺未直接受到撞击物撞击，但也有原发性损伤和继发性炎症反应的存在。Putensen 等[10]采用 $^{113}In^{m}$-转铁蛋白和 $^{99}Tc^{m}$-RBC 放射性核素显像评估肺微血管通透性，证实肺挫伤患者对侧肺的微血管通透性增加。Geller 等[11]采用 $^{99}Tc^{m}$-人类纤维蛋白原（Tc-HF）核素显像证实单侧胸部撞击致对侧肺挫伤。该结果对指导临床上容量复苏有一定的意义，严重的肺撞击伤会使机体丢失大量血浆蛋白，导致血浆胶体渗透压下降，特别是血胸的患者，失血的同时伴有血浆蛋白丢失，如果只输入大量晶体溶液将造成严重的血液稀释，血浆白蛋白浓度下降，虽然淋巴回流可以代偿一部分，但血浆胶体渗透压仍难维持正常，而且复苏后极易导致间隙综合征。在组织水肿阶段，如输入过多胶体溶液或血浆，将使一些大分子物质渗漏至血管外，使组织间隙胶体渗透压增高，不利于组织水肿的消除和循环血容量的维持。宜输注晶体溶液、浓缩红细胞或低分子量的胶体溶液（如琥珀明胶、右旋糖酐等）[12]。

SPECT 显像以脏器组织的病变内外放射性差别和脏器内局部放射性差别为基础，具有敏感性高、无损伤和干扰少等优点。尽管 SPECT 目前还较少用于临床胸部创伤的检查诊断，但其对肺组织出血、水肿的高度敏感性，可以帮助发现对于某些 CT、X 线不能发现的病灶，为辅助诊断闭合性胸部创伤提供了一种新的手段。

参考文献：

[1] Khan F A, Phillips W, Khan A, *et al*. Unusual unilateral blunt chest trauma without rib fractures leading to pulmonary laceration requiring pneumonectomy[J]. Chest, 1974, 66(2): 211 - 214.

[2] Lau V K, Viano D C. Influence of impact velocity and chest compression on experiment pulmonary injury severity in rabbits[J]. J Trauma, 1981, 21(12): 1022 - 1028.

[3] 吴秋平，蒋耀光，何家庆，等. 声门紧闭状态下肺撞击伤模型的建立[J]. 创伤外科杂志，2004，6(4)：269 - 272.

[4] 王政清. SPECT 的临床应用[J]. 中国煤炭工业医学杂志，2000，3(5)：434 - 435.

[5] 李伯信. 创伤性窒息[J]. 国外医学耳鼻喉科学分册，1995，19(5)：307.

[6] 江基尧，朱 诚，罗其中. 现代颅脑损伤学[M]. 上海：第二军医大学出版社，1999. 435.

[7] Cohn S M. Pulmonary contusion: review of the clinical entity[J]. J Trauma, 1997, 42 (5): 973 - 979.

[8] Tennenberg S D, Jacobs M P, Solomkin J S, *et al*. Increased pulmonary alveolar-capillary permeability in patients at risk for adult respiratory distress syndrome[J]. Crit Care Med, 1987, 15(4): 289 - 293.

[9] Lull R J, Tatum J L, Sugerman H J, *et al*. Radionuclide evaluation of lung trauma[J]. Semin Nucl Med, 1983, 13(3): 223 - 237.

[10] Putensen C, Mutz N, Himmer G, *et al*. Gamma scintigraphic imaging of lung microvascular permeability in adult respiratory distress syndrome[J]. Crit Care Med, 1990, 18(8): 807 - 812.

[11] Geller E, Khaw B A, Strauss H W, *et al*. Technetium-fibrinogen lung scanning in canine lung contusion[J]. J Trauma, 1984, 24(7): 611 - 618.

[12] 葛衡江，刘怀琼. 创伤性休克病人的容量复苏与间隙综合征[J]. 人民军医，1999，42(5)：269 - 271.

（编辑 薛国文）