DOI:10.16016/j.1000-5404.2000.02.003
第22卷第2期 第三军医大学学报 Vol. 22, No. 2
2000年2月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Feb. 2000

论著

文章编号:1000-5404(2000)02-0106-03

肺冲击伤中的过牵效应

陈海斌,王正国 (第三军医大学附属大坪医院野战外科研究所第四研究室,重庆 400042)

提 要 目的:揭示肺冲击伤中过牵效应的含义和发生机制。方法:利用60只家兔和20只大鼠进行冲击波分段模拟实验。结果:在本实验条件下,模拟压缩段的压缩波不直接造成明显的肺损伤,但模拟减压段的减压波根据减压幅度和减压时间的不同可对肺造成不同程度的肺损伤,模拟负压段的负压波对肺具有一定的致伤能力。结论:肺冲击伤中的过牵效应可能包含两个效应,一是肺组织过度扩张,超出其强度极限而破裂,即发生过度扩张效应;二是肺扩张过快而撞击在胸腔内表面造成肺表面损伤,即发生过速扩张效应。

关键词 冲击波;肺损伤;过牵效应;过度扩张效应;过速扩张效应
中图法分类号 R642 文献标识码 A

Role of overtension effect in blast lung injury

CHEN Hai-bin, WANG Zheng-guo (Research Institute of Field Surgery, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042)

Abstract Objective: To determine the definition of overtension causing blast lung injury and explore its mechanism. Methods: 60 rabbits and 20 rats were used to investigate the wounding effects of three segments (recompression, decompression and underpressure) of shock wave. Results: Under this experimental condition, recompression wave did not bring about obvious lung injury but damages of different degrees occurred. The greater the decompression range and the shorter the decompression duration were adopted, the heavier lung injury was caused. The underpressure, to some extent, could inflict the blast lung injury. Conclusion: The overtension effect maybe consists of two parts: overexpansion effect, letting the lungs overexpanded, leading to the destruction of the pulmonary tissue; over-speed expansion effect, letting the lungs rapidly impact on the inside wall of the chest, causing lung injury.

Key words shock wave; lung injury; overtension effect; overexpansion; over-speed expansion

据以往的研究结果推测,过牵效应可能是肺冲击伤发生的重要机制之一[1~6],但直接证据不多。本研究将冲击波划分为压缩段、减压段和负压段等3个时段,研制专门的设备进行冲击波分段模拟实验,观察冲击波各个时段的致伤效应,结合生物力学分析,揭示过牵效应的含义,探讨过牵效应的发生机制。

1 材料与方法

60只家兔和20只大鼠分成3组,即迅速加压组(家兔6只,大鼠20只)、迅速减压组(家兔36只)和单纯负压组(家兔18只)。每组动物,性别不拘,兔耳缘静脉内1.5%戊巴比妥钠液麻醉(30 mg/kg),大鼠腹腔内1.5%戊巴比妥钠液麻醉(30 mg/kg)。使用自制的冲击波分段模拟舱产生模拟冲击波压缩段、减压段、负压段致伤效应的压力波。为便于分析,根据本实验室常用的评估标准[1],建立肺伤情的参考评分体系。其方法是:将无伤、轻伤、中度伤、重度伤、极重度伤分别记为0、1、2、3、4分。

所有指标以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用 t 检验和单因素方差分析。

2 结果

2.1 压缩波对动物肺的致伤效应

压缩波对动物肺的致伤效应见表1,图1。压缩波对动物肺未造成明显的损伤。表1及图1中,升压幅度、升压时间分别指A点至B点的压力范围和作用时间,参考时间表示压力升至

基金项目:全军"九五"指令性课题(96L040)
作者简介:陈海斌(1965.7),男,湖北省黄冈市人,博士,副教授,主要从事野战外科学、交通医学、生物医学工程方面的研究,发表论文21篇。电话:(023)68757474
收稿日期:1999-03-30;修回日期:1999-10-28

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

0.32 MPa 时(即 A 点至 D 点)所经历的时间。之所以引入参考时间, 一则本实验室现有的同类可比的冲击波实验结果以压力峰值为 0.32 MPa 者居多; 二则较之实测波形 (ABC), 曲线 ADE 所示的压力波更不会造成明显的肺损伤。

表 1　压缩波对肺的致伤效应

Tab 1　Lung injury effect of recompression wave

Groups	Animals	n	P_{BA}/MPa	t_{BA}/ms	t_{DA}/ms	IS
R1	rat	10	0.41±0.03	2.43±0.39	1.3±0.10	0.1±0.3
R2	rat	10	0.40±0.02	2.80±0.32	1.9±0.26	0
R3	rabbit	6	0.39±0.03	4.90±0.30	4.1±0.23	0

IS: Injury score of lung injury

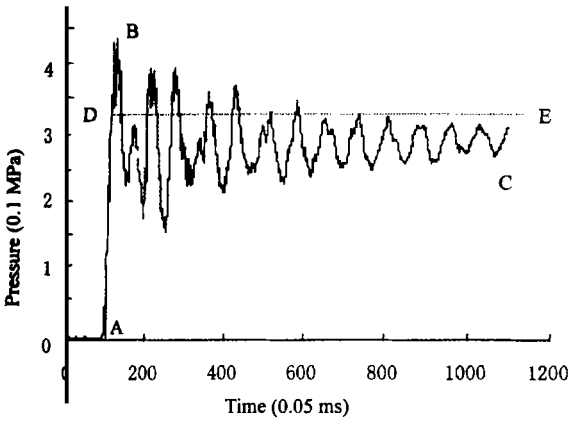


图 1　模拟冲击波压缩段的压缩波

升压时间(t_{BA})=1.8 ms; 参考时间(t_{DA})=1.2 ms; 升压幅度(P_{BA})=0.42 MPa; 实验动物: 大鼠

Fig 1　Recompression segment of mimic shock wave

Recopmression duration(t_{BA}) =1.8 ms; Duration of reference(t_{DA}) =1.2 ms; Recompression range(P_{BA}) =0.42 MPa; Animal: Rat

2.2　减压波、负压波对动物肺的致伤效应

减压波见图 2。根据减压幅度和减压时间的不同可对肺造成不同程度的肺损伤, 减压幅度越大, 减压时间越短, 伤情就越重; 负压波见图 3。负压波对肺具有一定的致伤能力。在减压波或某些特定负压波的作用下, 部分动物肺表面出现与肋骨相平行的充血性和/或出血性压痕, 表明肺与胸壁可能发生碰撞而肺泡壁出血、水肿及肺间质增宽等光镜观察结果则提示肺泡壁可能发生破裂。

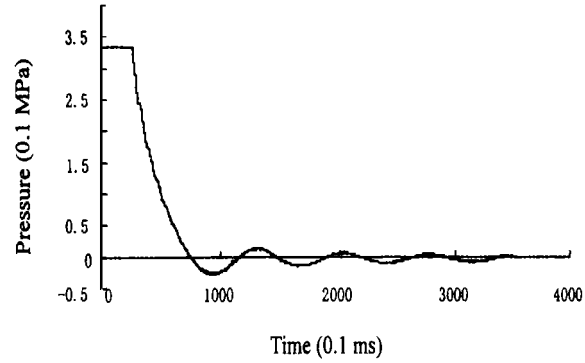


图 2　模拟冲击波减压段的减压波

减压时间 =50 ms; 减压幅度 =0.32 MPa; 实验动物: 兔

Fig 2　Decompression segment of mimic shock wave

Decompression duration =50 ms;
Decompression range =0.32 MPa;
Animal: Rabbit

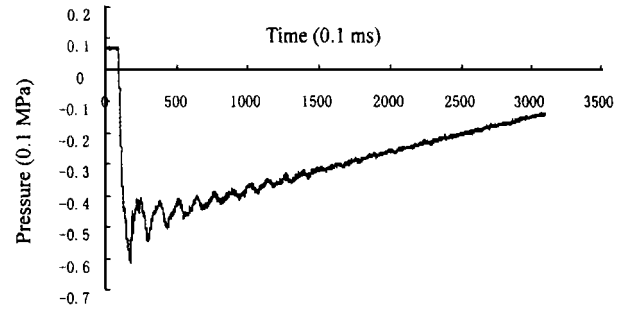


图 3　模拟冲击波负压段的负压波

下降时间 =7.4 ms; 负压峰值 =-0.062 MPa; 实验动物: 兔

Fig 3　Underpressure segment of mimic shock wave

Descending duration =7.4 ms;
Peak underpressure =-0.062 MPa;
Animal: Rabbit

3　讨论

3.1　肺冲击伤中过牵效应的含义

迄今为止, 肺冲击伤中的过牵效应尚没有一个明确的定义。本研究尝试作如下描述: 肺冲击伤中的过牵效应是指冲击波作用于机体时, 运动流体 (如水、空气)的物理状态(即压强、流速、温度、密度)在流速超过声速时发生突跃变化, 造成肺组织过扩张 (即过牵张) 而发生损伤。

3.2　肺冲击伤中过牵效应的发生机制

通过观察冲击波 3 个时段对肺的损伤特点, 定性地分析冲击波作用过程中胸壁和肺的力学行为 (拟另文介绍), 我们推测, 肺冲击伤中过牵效应的发生机制如下:

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

当压缩段到达时,在体表引起压力突变;尽管肺与胸壁是紧贴在一起,但由于胸壁和肺的阻尼作用,这种压力突变主要由胸壁承受,而胸壁和肺一起运动的压缩位移只是逐渐增大,最后由于惯性作用,超过平衡位置,达到最大压缩位移。

压缩段通过后,体表压迅速减小,弹力使胸壁和肺一起回弹。

回弹过程中,由于胸壁的动态响应能力比肺组织的要强得多,胸壁可能先于肺组织回弹,两者由紧贴在一起到分离开来各自振荡。

胸壁振荡的频率快,幅值小;而肺组织的振荡频率相对地要慢的多,幅值较大。因此胸壁和肺组织很可能发生碰撞,碰撞冲力的大小主要取决于肺表面相对于胸壁的碰撞速度,碰撞速度越大,撞击冲力越大,一旦撞击冲力超过肺组织所能受的阈值,肺表面就会出现出血、水肿等损伤[7]。这种效应称为过速扩张效应。

在振荡时,肺泡被压缩和膨胀。膨胀时,在肺泡壁上产生拉伸应变和拉伸应力。拉伸应变达到一定的水平,使肺微血管内皮细胞和肺泡间膜的上皮层对小溶质的渗透性增加到超过其临界值,造成肺泡水肿。拉伸应力如果超过肺泡壁的强度极限,肺泡便会破裂;肺泡壁破裂的同时,肺泡毛细血管也发生破裂,造成肺实质出血。即在膨胀时发生了过度扩张效应。

显然,过扩张(即过牵张)包含过度扩张(即体积过度扩张)和过速扩张(即体积膨胀过快)两方面的含义,过牵效应表现为过速扩张效应和过度扩张效应 2种损伤机制;过牵效应发生在冲击波的减压过程,超压峰值越高,减压时间越短,过牵效应就越明显,肺损伤就越重;压缩段可能不直接造成肺损伤,但为过牵效应提供了能量。

参考文献

[1] 王正国. 冲击伤[M]. 北京:人民军医出版社,1983. 142—150.

[2] 张均奎,王正国,冷华光,等. 冲击波负压与肺损伤[J]. 爆炸与冲击,1994,14(1):84—87.

[3] Richmond D R, Axelsson H. Airblast and underwater blast studies with animals[J]. J Trauma, 1990, 6(2):S229—S234.

[4] Elsayed N M, Gorbunov N V, Kagan V E. A proposed biochemical mechanism involving hemoglobin for blast overpressure induced injury[J]. Toxicology, 1997, 121(1):81—90.

[5] Elsayed N M. Toxicology of blast overpressure[J]. Toxicology, 1997, 121(1):1—15.

[6] Penney D P, Schenk E A, Maltby K, *et al*. Morphological effects of pulsed ultrasund in the lung[J]. Ultrasound Med Biol, 1993, 19(2):127—135.

[7] 冯元桢. 创伤中肺水肿的原因[A]. 康振黄,冯元桢 著,邓善熙 译. 生物力学——运动、流动、应力和生长[C]. 成都:四川教育出版社,1993. 608—614.

(编辑 汪勤俭)

(上接 105页)

观察全脑征。术后 4 h 40 min患者突然出现呼之不应,瞳孔散大,呼吸、心跳停止。立即行心前区叩击,人工呼吸,并立即行开颅探查减压。40 min后自主呼吸恢复。由于准备充分,医护配合默契,处理果断,在呼吸停止 40 min内患者血氧饱和度一直维持在 90%~98%,无脑缺氧及全身缺氧的征象,为进一步抢救争取了时间。

2.2.2 脑水肿的防治和护理 脑水肿为颅脑手术后的反应,术后 72 h达高峰[1]。为了严密观察和防止其发生,作者采取:①用输液泵严格控制输液速度,保证液体在 24 h内均匀进入体内。准确记录每日出入量,保持水摄入相对负平衡。②准确执行脱水治疗时间。③常规备好冰毯机,维持体温 35℃~35.5℃亚低温状态,室温控制在 18℃~20℃之间。本例术后未出现脑水肿。

2.2.3 消化道出血的观察与护理 由于手术创伤大,时间长,机体处于应激状态,加之激素的应用,易导致应激性溃疡发生上消化道出血。而消化道出血是颅脑术后患者死亡的重要原因之一[2]。术后予常规使用胃粘膜保护剂、鼻饲流质饮食 6/d。并严密观察是否有咖啡色胃液、黑大便、血压下降、脉搏增快等表现。术后第 6天从胃管内抽出咖啡色液体,病人烦躁,Bp 11/8 kPa,心率 132 次/min,大便潜血试验强阳性,诊断为上消化道出血,即给予冰盐水 10 ml,去甲肾上腺素 1 ml+凝血酶1 000 U胃管内注入,禁食,输入新鲜血等处理,出血逐渐停止。此后每隔 2 h抽取胃内容物 1次,并置于透明标本瓶中,每次大便后均留取标本,作为动态观察是否有消化道出血的依据。此患者连续 5 d出现以上消化道出血症状,由于发现及时,及早采取止血抗休克措施,挽救了患者的生命。

2.2.4 颅神经损伤后的功能训练 术后病人出现术侧Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ、Ⅶ脑神经功能障碍症状。为了防止因误吸而引起呼吸道并发症,术后给予鼻饲流质饮食。待伤口愈合、病情稳定即由固定护士帮助患者进行吞咽功能训练,其方法是由服少量温开水开始训练吞咽动作,每天 3次,每次 30 min,反复训练逐渐到能吞服团状食物和正常进食,术后 50 d患者能正常进食。

2.2.5 基础护理 在做好常规耳鼻咽喉-头颈外科术后护理的基础上,做好口腔护理和气管切开护理,保证呼吸道通畅。同时由于术中迷路和小脑损伤,平衡功能障碍,肢体肌张力减低,因此要注意病人安全,防止坠床,并加强早期功能锻练。术后第 42天患者可下床扶助行走。

关键词 脑膜瘤;护理
中图法分类号 R739.450.9 文献标识码 B

参考文献

[1] 总后卫生部 主编. 实用神经外科学[M]. 北京:人民军医出版社,1973. 246—252.

[2] 龚教淑,俞美定. 重症颅脑损伤患者的临床监护[J]. 中华护理杂志,1996,31(5):270—271.

(编辑 王 红)

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