DOI:10.16016/j.1000-5404.1982.04.008

重度呼吸道蒸汽烧伤肺水肿发生机制的实验研究：实验方法和临床观察

第一附属医院烧伤中心

姜坤元 黎 鳌 杨宗城 陈发明 王天乙 练伟坤

吴振忠 魏钜菊 肖利民 秦孝建 李进年

实验和临床观察重度呼吸道烧伤极易发生肺水肿，致使烧伤早期休克不易纠正，是造成死亡的重要原因之一[1-12]。本实验通过对重度呼吸道烧伤犬的临床观察，以及左心室血和肺组织五羟色胺（5-HT）、环磷酸腺苷（cAMP）、环磷酸鸟苷（cGMP）、前列腺素（PGE_1、PGE_{2A}）、组织胺、过敏毒素（C_3a）、血管紧张素Ⅰ和Ⅱ、病理和生化等检查，以探索肺水肿发生的机制，供临床和实验研究进一步参考。本文就其实验方法和临床观察结果分析讨论如下：

实 验 方 法

采用四川杂种雄性成年正常犬36只，发育和营养中等或良好。驯养两周左右。实验前进行查体和血相检查，正常者方选用。实验犬分为两组：正常对照组（下称对照组）15只，体重12.4±2.16公斤；呼吸道烧伤组（下称致伤组）21只，体重12.4±1.65公斤。两组体重基本一致。实验前12小时禁食。以戊基巴比妥钠静脉麻醉。麻药用量：对照组为31.3±3.1mg；致伤组29.3±4.3mg。麻醉后用10～15%硫化钠躯干脱毛。经颈外静脉插7号心导管至肺动脉，经股动脉插8号心导管至左心室，分别测定股动脉压、左心室压、肺动脉压，并利用心导管采集血标本，供测定血液中“介质”用。采取血标本的时间分别为伤前、伤后5′、30′、60′、120′、240′。每次采血量10—40毫升，采血后随即补给等量全血。每只犬心导管抗凝用每毫升含8.3单位肝素等渗盐水150—200毫升。

伤前检查完毕后，致伤犬静脉注射司可林控制呼吸。经气管插管通入灼热蒸汽，压力为0.42公斤，温度110℃，通气时间6秒，通气量1000毫升。测得致伤时气管内最高温度99.7±0.64℃；90℃以上温度持续时间6秒；50℃以上持续时间28.7±2.87秒，致伤条件基本稳定一致。对照组给相同的操作，不致伤。所有犬均于伤后4小时活杀作病理检查。

结 果 分 析 和 讨 论

体温、脉搏、呼吸：从表1可以看出，对照组体温变化不大，与伤前比较无显著差别；致伤组伤后2和4小时体温下降，分别与伤前和对照组比较有显著差别（$P<0.05$），见表1

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

脉搏：伤后两组变化不大(表1)，相互比较无显著差别。呼吸：实验过程中两组均有增快，但相互比较无显著差别(表1)。本实验致伤组呼吸增快不十分明显可能与麻药用量稍偏大呼吸受到一定的抑制有关。

表1　　体温、脉搏、呼吸的变化

组别	体温（℃）			脉搏（次/分）					呼吸（次/分）				
	伤前	伤后		伤前	伤后				伤前	伤后			
		2⁰	4⁰		0.5⁰	1⁰	2⁰	4⁰		0.5⁰	1⁰	2⁰	4⁰
对照组	37.3 ±2.0	36.9 ±2.2	37.4 ±2.1	182 ±25	196 ±30	175 ±23	184 ±37	183 ±37	15±8	18 ±10	22 ±11	21 ±10	20 ±10
致伤组	37.4 ±1.6	35.9* ±1.8	36.0* ±2.2	176 ±19	170 ±29	174 ±29	162 ±36	172 ±26	15±6	26 ±14	24 ±13	22 ±10	24 ±11

* 表示两组间相差显著

查体：可见致伤犬多数伤后1小时出现呼吸困难，鼻翼煽动，口鼻有粘液性分泌物流出。呼吸音粗糙。伤后2和4小时干罗音和湿罗音增多。多数犬心跳有力规则，少数犬心音较弱。对照犬心、肺无异常发现。

股动脉压、左心室压和肺动脉压：压力的测定均采用四导生理记录仪（上海医用电子仪器厂制）。股动脉压：对照组实验过程中股动脉压相当稳定，还略有上升趋势，与伤前比较无显著差别。致伤组伤后血压下降，伤后2和4小时分别与伤前和对照组比较有显著和非常显著的差别（$P<0.05$或<0.001）表2。这种血压下降与呼吸道烧伤使血浆量降低有关。以往测定重度呼吸道蒸汽烧伤血浆量下降幅度与30%深度体表烧伤相似[13]。本实验致伤组收缩压下降幅度大都在90mmHg以上，说明伤后4小时尚未发展至严重休克状态。

表2　　股动脉平均压的变化 (mmHg)

组　别	伤　前	伤后0.5⁰	2⁰	4⁰
对照组	126.8±12.4	126.3±20.6	131.8±28.2	134.2±28.7
致伤组	129.6±12.4	118.7±19.9	117.4±24.0*	112.6±18.3**

* 表示相差显著　　** 表示相差非常显著

左心室平均压：两组动物伤后4小时均有下降，但相互或各自与伤前比较无显著差异（表3）。

表3　　左心室平均压的变化 (mmHg)

组　别	伤　前	伤后0.5⁰	2⁰	4⁰
对照组	73±10.3	56±15.0	50.4±26.5	60.4±12.4
致伤组	70.2±13.4	72.3±16.3	74.7±17.4	63.1±19.3

肺动脉平均压：伤后两组变化较小（表4）。说明呼吸道烧伤所致肺水肿发生中，不存在肺动脉高压问题，这与我们过去的观察是一致的[14]。

肺部X线的改变：对照组10只犬和致伤组14只犬分别于伤前和实验开始后3.5小时行胸部正位和右前斜位X线照片。对照组X线胸片无异常发现。致伤组14只中有13只胸片显示有

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

肺水肿的表现，两肺可见云雾状片状阴影，多见于中心部位，右肺多于左肺（表5）。这与过去的报告是一致的[6]。

表4　肺动脉平均压的变化（mmHg）

组别	伤前	伤后0.5⁰	2⁰	4⁰
对照组	16.3±4.4	15.8±3.5	15.9±4.1	17.2±3.5
致伤组	17.3±3.8	17.2±4.3	16.2±2.9	16.5±4.9

表5　致伤犬胸部X线肺水肿阴影的分布

犬号	左			右		
	上	中	下	上	中	下
81057	−	−	−	+	+	+
81074	−	−	−	+	+	−
81055	+	+	−	−	−	−
81061	−	±	−	−	−	−
81052	−	−		+	+	−
81067	−	−	−	−	−	−
81053	−	−		−	−	−
81065	−		−	−	−	−
81059	−	−	−	+	+	−
81049	−	−	−	±	−	−
81045	−	−	−	+	+	−
81005	−	−	−	−	+	−
81084	−	+	+	−	+	−
81063	斜位片示：肺根部水肿阴影					

血红蛋白：采用751型分光光度计（上海产）比色法。对照组变化甚小。致伤组伤后4小时略有升高，但分别与伤前和对照组比较没有显著差异（表6）。

表6　血红蛋白的变化（g%）

组别	伤前	伤后			
		0.5⁰	1⁰	2⁰	4⁰
对照组	11.6±1.7	11.3±1.2	11.8±1.3	11.4±1.8	11.2±2.0
致伤组	11.8±1.4	11.8±1.7	11.7±1.6	11.9±1.7	12.4±1.7

表7　血细胞压积（%）

组别	伤前	伤后			
		0.5⁰	1⁰	2⁰	4⁰
对照组	38.6±5.6	37.7±4.3	37.6±4.1	37.8±5.9	37.4±6.7
致伤组	38.5±5.0	39.1±4.8	39.8±5.2	40.3±5.4	41.7±6.0

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

血细胞压积：与血红蛋白一致（表7）。致伤组各时与相应对照组比较无显著差异。血红蛋白和血细胞压积伤后升高，与烧伤后血浆渗出血浓缩有关。

血浆蛋白、白蛋白和球蛋白：血浆蛋白的测定采用双缩脲法。两组动物在实验过程中血浆蛋白均有下降，但对照组与实验前比较无显著差异；致伤组伤后2和4小时分别与伤前和对照组比较有显著差异（$P<0.05$）(图1)，其中主要是白蛋白降低，这与白蛋白分子较小烧伤后易于渗出有关。这一点与过去的报告一致[15]。

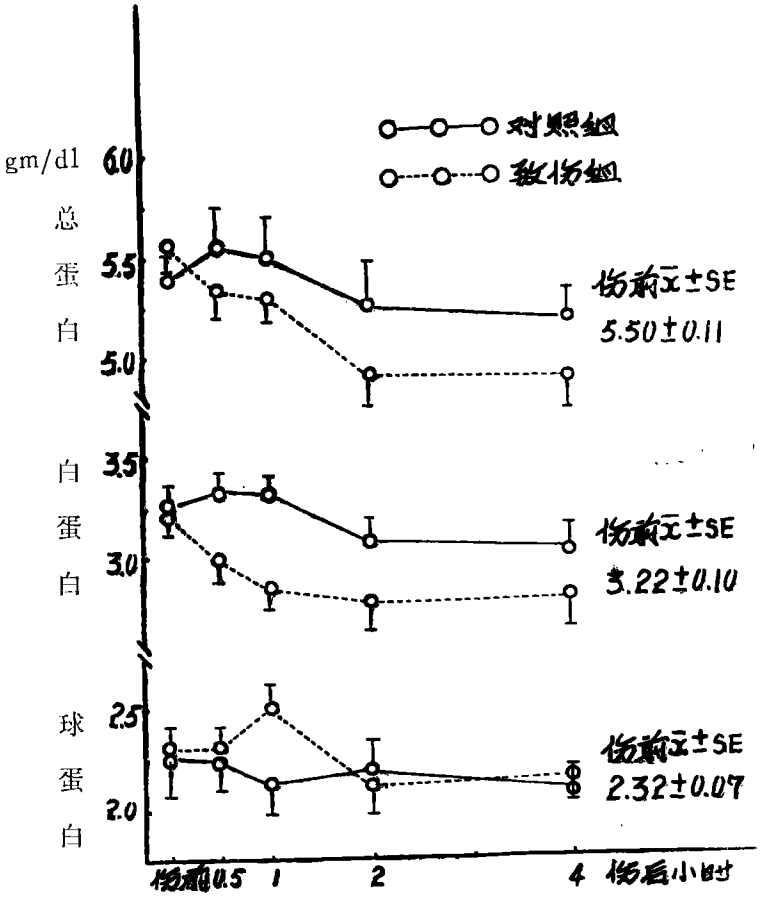


图1　血浆蛋白的变化

血气分析：采用pH-100型血气酸碱分析仪（南京分析仪器厂出品）测量。实验开始后，对照组PaO_2、$SatO_2$和BEb无明显变化，$PaCO_2$则略降低，pH略升高，结合动物呼吸增快，可能系由于过度换气所致之轻度呼吸性碱中毒，说明本实验的操作与麻醉对动物仍有一定刺激。致伤组伤后PaO_2及$PaCO_2$明显下降，与伤前平均值比较有显著差异（$P<0.05$），结合pH上升和BEb下降，表明不仅有呼吸性碱中毒而且有代谢性酸中毒。

通过以上分析，可以看出本实验虽然检查项目较多，但从对照组临床表现，血液动力参数以及有关血生化等指标来看，除因呼吸增快，轻度呼吸性碱中毒外，各种指标“伤后”比较稳定，说明本实验方法对犬虽有一定刺激，但总的来说全身影响较小。另外，本实验的目的是研究重度呼吸道蒸汽烧伤肺水肿发生的机制，因此要求致伤犬有肺水肿，血液和肺组织中

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

表8　　血　气　改　变（X±SD）

组　别		PaO_2	$PaCO_2$	pH	BEb	$SatO_2$
伤前平均值		87.8±11.7	39.6±5.0	7.274±0.081	−5.4±4.7	92.5±6.2
30′	对照					
	单呼	78.8±9.5	33.1±4.0	7.304±0.081	−6.4±3.7	92.14±5.4
2°	对照	81.6±1.8	35.9±11.1	7.326±0.071	−6.64±2.1	93.2±4.7
	单呼	65.3±1.8*	29.0±8.2*	7.366±0.07	−7.14±3.5	88.5±11.5
4°	对照	82.7±13.6	31.1±5.2	7.364±0.04	−6.30±2.1	94.8±2.8
	单呼	68.6±20.3*	28.9±7.2*	7.330±0.08	−9.47±3.2	90.6±5.6

* 表示相差显著

"介质"测定才有意义。从临床体征、肺部X线改变以及大体病理检查所见，致伤犬每只都有肺水肿。肺水肿累及的范围，从肺部照片看多见于1—3个肺野，呈区域性损害，这与灼热蒸汽直接损伤有关。至于肺水肿的严重程度，从临床表现结合肺水量测定结果[17]来看，属于中等程度肺水肿，且实验模型较稳定，合乎实验目的的要求。

小　结

本文介绍了重度呼吸道蒸汽烧伤肺水肿的实验研究和临床观察。结果认为本实验方法虽有一定刺激，但总的说来对犬全身性影响较小；实验模型重度呼吸道蒸汽烧伤所致肺水肿，属于中等程度，伤情比较稳定，为测定和分析血和肺组织中的"介质"提供了条件。

参 考 文 献

（1）黎　鳌等：重度呼吸道烧伤实验研究——实验方法以及临床观察、生化和心肺参数检查 上海地区国际烧伤学术讨论会摘要101页，1981年6月

（2）朱佩芳等：重度呼吸道蒸汽烧伤（狗）模型的制作 上海地区国际烧伤学术讨论会摘要97页1981年6月

（3）杨宗城、黎鳌：严重烧伤早期并发症 上海地区国际烧伤学术讨论会摘要33页 1981年6月

（4）第三军医大学烧伤协作组等：烧伤治疗学[M]184页，人民卫生出版社，1974年4月

（5）邓津菊、马世融：十一年治疗中、重度呼吸道烧伤的体会 上海地区国际烧伤学术讨论会摘要7页1981年6月

（6）李妍瑜等：重度呼吸道蒸汽烧伤的实验研究之三：肺部并发症的X线分析 上海地区国际烧伤学术讨论会摘要 108页，1981年6月

（7）梁延杰等：重度呼吸道伤烧实验研究IV病理形态学变化 上海地区国际烧伤学术讨论会摘要112页，1981年6月

（8）孙秉庸等：蒸汽吸入导致肺水肿机制的实验研究 上海地区国际学术讨论会摘要89页1981年6月

（9）刘世康等：呼吸道烧伤的临床和病理 全国烧伤与整形学术会议论文摘要(烧伤部分)79页，中华医学会，1982

（10）李荟元等：呼吸道烧伤30例 全国烧伤与整形学术会议论文摘要（烧伤部分）87页，1982

（11）商景恒等：呼吸道烧伤17例报告及文献复习 全国烧伤与整形学术会议论文摘要(烧伤部分)

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

86, 1982

(12) Köhler G et al: Respiratory complications severe burns—a study of phathological finding. Burns 8(2):123, 1981

(13) 尤忠义等：重度呼吸道蒸汽烧伤实验研究之三：血浆量的变化 全国烧伤与整形学术会议论文摘要（烧伤部分）67页，1982

(14) 袁树南等：某些药物对严重烧伤早期血液动力方面影响的研究 第三军医大学烧伤防治专辑 1980

(15) 姜坤元等：重度呼吸道蒸汽烧伤实验研究之十一：血生化和血清渗透压的分析 全国烧伤与整形学术会议论文摘要（烧伤部分）72页，1982

(16) 韩本立等：重度呼吸道蒸汽烧伤实验研究之二：血气的变化 全国烧伤与整形学术会议论文摘要(烧伤部分) 66页1982

(17) 吴振忠等：重度呼吸道蒸汽烧伤肺水量的变化 本届论文

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