DOI:10.16016/j.1000-5404.1982.04.007

输液对体表伴重度呼吸道蒸气烧伤肺水量影响的实验研究

第一附属医院烧伤中心

尤忠义 黎 鳌 杨宗城 姜坤元 陈发明 吴振忠

王天乙 练伟坤 李进年 肖利民 秦孝建

体表烧伤伴有重度呼吸道蒸气烧伤时，大都有不同程度的肺水肿发生[1]。这可能就是这类死亡率高的原因所在[2][3]。

临床上对合并有肺水肿的烧伤病人，在抗休克的输液治疗方面，大都偏向限制输入量[4]。主要原因是耽心输液会加重肺水肿的发展。本文主要是通过肺水量的测定来观察输液对30%体表+重度呼吸道蒸气烧伤狗肺水肿发生和发展的影响，对是否要限制输入量问题?!供临床抗休克输液治疗的参考。

实验分组和方法

一、实验分组：本实验采用重庆地区健康雄性杂种狗28只。体重12.04±1.62公斤；体温38.38±0.92℃；呼吸18.82±7.89次/分；伤前胸部摄片，确认无肺部病变者。

致伤动物28只，先按我室模型致成重度呼吸道蒸气烧伤[5]，然后在背部用凝固汽油燃烧20秒钟，致成30%深Ⅱ°—Ⅲ°体表烧伤。28只致伤狗按输液量和质的不同分别为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ组，但有6只狗不到24小时即死亡，故实际进行肺水量测量的只有22只。分组情况详见表1。

表1 动物分组[△]

组别	动物数	第一个24小时输液量 血浆 (ml/kg1%B.S.A)	电解质液* (ml/kg1%B.S.A)	水份 (ml/kg)	备注
Ⅰ(不输液组)	5	0	0	40	基础水份
Ⅱ(4ml组)	5	0	4	0	Parkland公式
Ⅲ(1.5ml组)	6	0	1.5	10	我院修改公式
Ⅳ(胶体组)	6	0.5	1.0	40	我院公式
Ⅴ(正常对照组)	5	—	—	—	

注：△ Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ组又称输液组或输液治疗组，第Ⅴ组不致伤、不输液。

* Ⅰ、Ⅲ组输入乳酸林格氏平衡液，第Ⅳ组输入5%葡萄糖盐水。

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

致伤动物伤前禁食12小时，伤后半小时开始静脉输液。第一个24小时输液总量的一半在伤后 8 小时内均匀输入；其余一半在以后的16小时输入。伤后24小时从股动脉放血活杀。实验在 1 %戊巴比妥纳麻醉下进行。

另取狗 5 只，要求条件同致伤狗，在 1 %戊巴比妥纳麻醉下放血活杀。因不麻醉，活杀时动物要挣扎，易致肺出血，造成误差。此 5 只狗不致伤，也不输液，作为正常对照（第Ⅴ组）。

二、肺水量、肺心指数、肺体指数、肺湿/干重测定：动物活杀后，立即开胸，将肺从左右支气管分叉处，心在主动脉根部平面一同剪下。剪开左右心房、心室，洗去血液，将水滴干，然后分别将心、肺在台式天平上称重。整肺称重后，在左右肺各叶，固定部位取组织块进行病理组织学检查。然后将右肺从右支气管根部剪下。为防止肺水流出液体的丢失，将右肺立即放在平皿内纱布上，（平皿和纱布事先烘烤至恒重），置台式天平上称重，然后连同平皿纱布一起放入90℃烘箱内烘烤72小时，立即再称重。烘烤前与烘烤后的重量减去平皿和纱布重量即分别为湿肺重和干肺重。从下列公式计算出肺水量、肺心指数、肺体指数和肺湿/干重比。

$$\text{肺水量} = \frac{\text{湿肺重（克）} - \text{干肺重（克）}}{\text{湿肺重（克）}} \times 100\%$$

$$\text{肺心指数} = \frac{\text{整肺重（克）}}{\text{心重（克）}} \times 100\%$$

$$\text{肺体指数} = \frac{\text{整肺重（克）}}{\text{体重（克）}} \times 100\%$$

$$\text{肺湿/干重} = \frac{\text{湿肺重（克）}}{\text{干肺重（克）}}$$

结　　果

各组狗肺组织含水量（简称肺水量）、肺心指数、肺体指数和湿/干重如表 2 所示。正常狗（组Ⅴ）的肺水量、肺心指数、肺体指数和肺湿/干重分别为 78.30±1.07、137.99±9.13、0.84±0.12、4.62±0.22；而在致伤狗，无论输液（组Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ）或不输液（组Ⅰ），肺水量、肺心指数、肺体指数和肺湿/干重均较正常狗者明显增加。经统计学处理，致伤狗（组Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ）与正常狗（组Ⅴ）比较，无论肺水量、肺心指数、肺体指数和肺湿/干重均有显著或非常显著差别（$P<0.05$—0.001）（表 2）。值得提出的是，致伤的四个组，无论输液与否，或输的量或质不同，它们（组Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ）之间的肺水量、肺心指数、肺体指数和肺湿/干重相互比较，均无显著差别（$P>0.05$—0.1）。特别是Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ组肺水量和肺湿/干重平均值（$\bar{X}\pm SD$）均非常接近。

讨　　论

1. 用于测量肺水肿的方法很多[6]，我们采用的是干湿称重的方法。此法较直接，通过称量可以得到较正确、可靠的数据，不像其他方法所测得的数据是间接的，需通过推算或换

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

算而得。此法简单易行、不需特殊设备、其缺点是不能观察肺水肿的动态变化，因而也只适用于实验性活杀动物。

表2　　各组肺水量、肺心指数、肺体指数和肺湿/干重

组别	狗数	肺水量（%）	肺心指数（%）	肺体指数（%）	肺湿/干重
Ⅰ	5	81.48±1.53**	161.36±14.86*	1.06±0.13*	5.43±0.48**
Ⅱ	5	81.35±1.55**	197.83±62.49*	1.20±0.13*	5.29±0.43*
Ⅲ	6	81.89±0.86**	202.23±69.62*	1.19±0.23*	5.51±0.28**
Ⅳ	6	81.73±1.62**	181.98±38.07*	1.62±0.24**	5.51±0.49**
Ⅴ	5	78.30±1.07	137.99±.913	0.84±0.12	4.62±0.22

注：* 与正常狗（组Ⅴ）比较有显著差别（$P<0.05$）

** 与正常狗（组Ⅴ）比较有非常显著差别（$P<0.01\sim0.001$）

干湿称重法测定肺水量的干燥时间和温度各家不一[7]。关键是重量一定是干燥时的，多次测量是恒重的。据此，我们作了如下试验。将湿肺称重后置于电热恒温干燥箱内，温度从80℃至110℃，烘烤时间从24小时至96小时不等。试验结果表明，在温度80℃烘烤下，从48小时开始，肺组织已烤干，再延长烘烤时间和升高温度肺重量不变。根据这一实验结果，为防止肺组织烤焦，又不至因温度偏低，烘烤时间过长，我们选择了烤箱温度为90℃，时间72小时，作本实验的烘烤条件。实验证明，在此条件下连续三次称重（烤48、72、96小时）均为恒重。

本实验烘烤条件下，五条正常狗平均肺水量为78.30±1.07%，与 Robert 报导的正常狗肺水量79.34%[8]和佐川·弥之助报导的78%[9]相近。

2. 本实验四个致伤组动物的四个有关肺水含量的指标（肺水量、肺心指数、肺体指数和肺湿/干重）与正常狗者比较均有显著和非常显著差别（$P<0.05$—0.001）。说明四个致伤组动物肺含水量都是明显增高的。用肺水量的比例推算，肺含水量仅增加约4%左右，按文献报导的[10]应划分在轻、中度肺水肿范围。这是与本组实验动物，伤后24小时活杀后病理组织学检查相符的[11]，即肺实质部分大都有轻度至中度间质水肿和肺泡水肿，只有肺水量在82%以上的才出现中度以上肺水肿。此外，病理组织学检查还指示，四个致伤组动物的肺水肿严重程度是基本相似的，这与本实验结果也是密切吻合的，即四个致伤组动物的四个伤后24小时肺水含量指标，无论输液与否、量的大小或质的不同，相互之间无显著差别（$P>0.05$），而且肺水量和湿/干重的平均值（$\bar{X}\pm SD$）均非常接近。

显然，上述结果已经回答了本实验的问题：即在30% Ⅲ°体表烧伤合并重度呼吸道蒸气烧伤的狗，输液组动物的肺含水量或肺水肿，如按一般现行公式以体表烧伤面积估计补液，即便是输入量最大的Parkland公式（4ml/kg 1%B.S.A），未使肺含水量或不比不输液的动物明显增多（表2）。因此认为在体表合并重度呼吸道烧伤时，伤后早期如按一般输液公式，以体表烧伤面积计算输液量，就没有必要再限制输入量，而是在平衡渡过休克期的前提下调整输入量。

3. 关于为什么在体表加重度呼吸道蒸气烧伤，按现行公式进行输液，不论量的多少、质的不同，均对肺含水量、肺水肿无明显影响的问题，我们另有专文[12][13]讨论。即结合这

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

此动物伤后24小时的血浆量、心输出量、股动脉压等均未能恢复正常水平，因此认为血容量不足是一个重要原因。一方面由于体表加重度呼吸道烧伤，只按体表烧伤面积进行估计输液量，已经是一个低水平的补液量，不足以补偿同时从体表和呼吸道（烧伤后）血管渗出所丢失的液体量；另一方面是由于重度呼吸道烧伤引起的肺水肿所致的严重低氧血症所致，在低血容量、低灌流的同时，使组织遭受缺血、缺氧的严重打击，组织pH明显下降，毛细血管极度扩张，血液淤积在微血管内，本文不再详述。

就我们目前的资料来说，低血容量来解释四个致伤组动物伤后24小时的肺水量的增加和肺水肿的严重程度基本相同，是恰当的。但是，是否是唯一的理由，值得进一步探讨。

如所周知，肺间质中的液体量一方面与毛细血管内的压力和液体渗出速度有关；另一方面决定于体液回吸收至血管内、淋巴引流和肺泡水份蒸发等速度有关。当前者的速度超过后者时，则间质中液体增多，发生肺水肿。根据Starling氏公式，液体从毛细血管内透过毛细血管壁（半透膜）的速度与毛细血管内外（组织间）的静水压差和胶体压差有关。重度呼吸道烧伤所致之肺水肿，不同于心源性，系由于直接损伤毛细血管内皮和肺泡上皮所引起[14][15]。毛细血管内皮损伤后，通透性增加，不仅水份与盐类，而且大分子的蛋白也从血管溢至组织间。上述Starling公式中的毛细血管内外的胶体压差已基本不存在，因此液体透过毛细血管壁的速度主要决定于毛细血管内外静脉压差。影响水压差的因素很多，诸如肺水血容量和血流量、肺静脉舒缩情况和肺静脉压、肺组织间张力、淋巴引流速度等。例如肺内血容量和血流量在体表＋重度呼吸道烧伤时的状况如何？虽然，已如上述，全身血容量减少，但肺内血容量是否也同样减少，静水压也降低？因为肺血流是低阻、低压，当全身血容量降低，周围血管收缩以代偿，周围血管阻力增加时，血液重新分布，此时低阻、低压的肺循环血量状况如何？是否也下降？是值得研究的。又例如，当间质水肿后张力增加对间质静水压影响如何？我们另一组实验，对伤后4小时重度呼吸道烧伤的狗，也进行了肺组织含水量的测定，分别为：肺水量81.76±1.27；肺心指数160.11±32.27；肺体指数1.19±20；肺湿/干重5.51±0.39[16]，与本实验致伤狗者基本相同。如病理检查也是轻度至中度间质水肿。说明伤后间质肺水肿的形成主要在早期，以后的速度则减慢。这是与我室发现的血容量也是早期下降速度快[17]是相吻合的。但是不是有可能当渗出液使间质张力增高至一定程度后，间质静水压增高，静水压差变小，渗出速度因而减慢有关？此外，当肺泡上皮细胞损伤后，肺泡渗出增多与静水压关系如何？是否也受静水压影响？肺泡的渗出对间质水肿的影响又如何？是否在某种程度来说，引流了部分间质的液体？这些问题，都是有待进一步研究和探讨的。

小　　结

1．本实验系采用干湿称重法对22只狗进行了输液对肺水肿影响的含水量测定，包括肺水量、肺心指数、肺体指数和肺湿/干重。

2．所有致伤狗的肺水量、肺心指数、肺体指数和肺湿/干重均高于正常狗，均有显著至非常显著差别（$P<0.05$—0.001）。

3．致伤组间和输液组间的肺水量、肺心指数、肺体指数和肺湿/干重均无显著性差别（$P>0.05$）。

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

4. 本文对致伤组狗较正常组狗肺水含量有明显增高和四个致伤组间及输液组间肺水含量无显著差别作了某些探讨。

参 考 文 献

（1）梁延杰等：第八届全军烧伤整形学术会议论文摘要。63—64 1980

（2）Stone HH, et al: Ann Surg 165:157 1967

（3）Brown JM: Burns 4:32, 1977

（4）野口宏：实害医志 25(11):598, 1977

（5）朱佩芳等：第八届全军烧伤整形学术会议论文摘要。58--59 1980

（6）佐川·弥之助：呼吸と循环 26(5):428 1978

（7）Richter CP: J Thor Surg 23:60 1952

（8）Robert M Eaton: J thor Surg 16:668 1947

（9）佐川·弥之助：呼吸と循环 26(6) 524 1978

（10）Stob NC, et al: Circulation Rev 7:649—657

（11）梁延杰等：输液对肺水肿影响的病理组织学观察 本届论文

（12）陈安明等：输液对体表合并重度呼吸道蒸气烧伤狗的血流动力方面的影响。本届论文

（13）杨宗城等：烧伤伴重度蒸气呼吸道烧伤并发呼吸衰竭的动物实验研究。本届论文。

（14）孙秉庸等：蒸气吸入导致肺水肿机制的实验研究。国际烧伤学术讨论会（上海地区 论文摘要，1981.6

（15）梁延杰等：第三军医大学学报 (1) 25—28 1982

（16）吴振忠等：重度呼吸道烧伤肺水量的变化。本届论文

（17）尤忠义等：第八届全军烧伤整形学术会议论文摘要 60—61 1980

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