DOI:10.16016/j.1000-5404.1982.04.006

重度呼吸道烧伤后早期补液对肺功能的影响

第一附属医院烧伤中心

练伟坤 黎 鳌 杨宗城 姜坤元 李进年 王天乙

吴振忠 陈发明 尤忠义 肖利民 秦孝建

呼吸道烧伤后，由于肺毛细血管通透性的改变，体液外渗，容易并发肺水肿，影响肺功能。严重体表烧伤需要大量补充液体以抗休克，另方面又恐补液多了增加肺水肿，影响肺功能。因此有所谓“在休克边缘上渡过休克”的说法，实际上是尽量限制输液量，这类病人，根据以往的经验，很难说是平稳渡过休克期，大都是险象丛生，即便是渡过休克期，往往随即暴发败血症或严重内脏并发症，死亡率甚高。

对此问题，我们研究室设计了一组28只狗的实验，对体表合并重度呼吸道蒸气烧伤的狗，采用不同输液公式补液，以观察伤后24小时内，肺水肿的发生和发展，血流动力方面等的动态变化。本文系根据血气分析的结果，对肺功能的变化情况，进行分析讨论，以供参考。

实验方法

1．致伤方法与分组

实验动物为重庆地区健康雄性杂种狗，体重在12.3—15.2公斤之间。由气管内灌入蒸气致使伤情基本一致的重度呼吸道烧伤和燃烧凝固汽油致成30% Ⅲ° 体表烧伤。伤后按补液的量或质的不同分四组，每组狗7只(见表1)。实验检查在1%戊巴比妥钠静脉麻醉下进行。伤前禁食12小时，伤后半小时开始静脉输液。伤后8小时内均匀输入第一个24小时计算输液量的一半，其余一半在以后16小时输入。

表1 实验分组

实验组别	第一个24小时补液量		
	血浆 ml/kg/%BSA	电解质液 ml/kg/%BSA	基础水份 ml/kg
Ⅰ组（对照）	0	0	40
Ⅱ组（Parkland公式）	0	4.0	0
Ⅲ组(我院修改公式)	0	1.5	40
Ⅳ组（我院公式）	0.5	1.0	40

注 1．基础水份为5%葡萄糖水。

2．电解质液Ⅱ组和Ⅲ组为乳酸林格氏液，Ⅳ组为5%葡萄糖盐水。

3．Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ组统称补液治疗组。

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

实 验 结 果

1. 动脉血氧分压（PaO_2）的改变

表2　　各 组 PaO_2 的 改 变 (mmHg)

组 别	伤 前	伤后2小时	伤后8小时	伤后24小时
Ⅰ 组	87.5±11.1	68.5±20.8	74.7±16.9	55.7±21.7
Ⅱ 组	83.9±10.7	71.7±17.5	73.0±27.4	61.9±27.0
Ⅲ 组	79.3±15.7	65.0±12.3	72.2±27.0	45.1±20.5*
Ⅳ 组	85.4±14.1	82.1± 7.8	81.0±17.8	57.7±12.8**

注：* 与伤前比 $P<0.05$　　** $P<0.01$

各组伤后PaO_2值均进行性降低。伤后24小时Ⅲ组和Ⅳ组与伤前比较有显著和非常显著差别（$P<0.05$—0.01）。各组结果相比，无显著差别（$P>0.05$）。伤后2小时PaO_2低于60mmHg动物占26%，伤后24小时增至64%。即呼吸功能不全在伤后24小时已基本形成。

2. 动脉二氧化碳分压（$PaCO_2$）的改变

表3　　各 组 $PaCO_2$ 的 改 变 (mmHg)

组 别	伤 前	伤后2小时	伤后8小时	伤后24小时
Ⅰ 组	41.7±4.9	31.5±5.9**	31.7±4.5*	31.9±7.9*
Ⅱ 组	43.6±7.7	33.6±7.2*	32.1±4.5**	32.0±8.2*
Ⅲ 组	47.5±5.3	36.9±10.5**	32.5±6.7**	35.6±8.5*
Ⅳ 组	46.6±3.8	30.1±5.8**	32.3±7.5**	42.9±10.9

注：* 与伤前比较 $P<0.05$　　** $P<0.01$

各组伤后2、8小时测定的$PaCO_2$值明显比伤前降低，伤后与伤前比较，除Ⅳ组在伤后24小时无统计学差别外（$P>0.05$），其余各组都有显著或非常显著差别（$P<0.05$—0.01），然而各组相比并无显著差别（$P>0.05$）。从临床呼吸的频率改变来看，伤后8、24小时都比伤前明显增快，每分钟均超过35次以上（表4）。

表4　　各组呼吸频率的变化（次/分）

组 别	伤 前	伤后2°	伤后8°	伤后24°
Ⅰ 组	17±7.0	44±16	45±17	46±17
Ⅱ 组	19±4.0	37±19	43±17	37±22
Ⅲ 组	20±10	41±10	42±14	42±15
Ⅳ 组	22± 7	44±13	52±22	55±22

3. 血液酸碱度（pH）的改变

伤后各组pH值均大都比伤前升高，尤其是对照组，伤后各时期与伤前比都有显著或非常显著差别（$P<0.05$—0.01）。以伤后2小时最高，伤后8小时逐渐趋向下降。伤后24小时

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

Ⅰ组（对照）和Ⅱ组仍还比伤前高，Ⅲ组接近伤前水平，唯Ⅳ组下降至略低于伤前。各组间相比，没有统计学差别（P＞0.05）。

表5　　各组pH的变化

组别	伤前	伤后2⁰	伤后8⁰	伤后24⁰
Ⅰ组	7.274±0.059	7.372±0.086**	7.328±0.052*	7.309±0.027*
Ⅱ组	7.295±0.049	7.354±0.043*	7.315±0.072	7.325±0.063
Ⅲ组	7.289±0.056	7.353±0.066*	7.346±0.045	7.280±0.078
Ⅳ组	7.281±0.046	7.291±0.137	7.260±0.199	7.228±0.157

4. 全血碱超（BEb）的改变

表6　　各组BEb的变化

组别	伤前	伤后2⁰	伤后8⁰	伤后24⁰
Ⅰ组	−6.4±3.2	−6.9±3.5	−8.0±1.9	−9.2±3.7
Ⅱ组	−4.9±2.6	−6.5±4.5*	−8.3±5.2*	−8.6±3.1*
Ⅲ组	−3.8±2.3	−5.7±5.4	−6.7±3.4	−9.7±4.8*
Ⅳ组	−4.7±3.2	−10.2±8.8*	−10.7±10.9	−10.1±6.1*

各组动物BEb于伤后2小时即出现进行性降低（负值增大），伤后24小时下降更明显，除Ⅳ组伤后24小时数值略低于8小时外，其余各组最低值都出现在24小时，此外Ⅳ组的伤后值均比其他各组低，但各组间相比较无显著差别（P＞0.05）。

5. 肺泡动脉氧压差（A—aDO_2）的改变

表7　　各组A—aDO_2的变化

组别	伤前	伤后2⁰	伤后8⁰	伤后24⁰
Ⅰ组		35.4±22.7	38.9±16.1	54.6±23.6*
Ⅱ组	15.6±12.6	33.2±13.6	38.1±23.1	38.3±25.4
Ⅲ组		36.2±21.5	38.9±29.6	56.8±14.8*
Ⅳ组		25.8±7.5	33.6±11.6	35.9±18.7

注：* 伤前值15.6±12.6为四个组动物的伤前平均值。

各组A—aDO_2值均进行性增高，各组相比，除Ⅲ组与Ⅳ组伤后24小时的结果有显著差别外（P＜0.05），其余无差别（P＞0.05）。

讨　论

30%/Ⅲ⁰体表烧伤伴重度呼吸道蒸气烧伤狗，伤后并发呼吸功能障碍的变化规律，我们于另文详加讨论[1]，本实验动物，无论输液与否，量的大小和质的不同也具有类似规律，特点是：（1）伤后立即呼吸增快，伤后2小时即出现PaO_2、$PaCO_2$下降，pH上升；（2）伤后8小时持续存在上述伤后2小时的变化，但有所加重，临床出现呼吸困难和哮鸣音；

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

（3）伤后24小时，多数动物可出现明显呼吸功能衰竭(PaO_2)低于 60mmHg，A—aDO_2 高于35mmHg，血氧饱和度低于80%；呼吸困难加重，胸部满布干、湿罗音。本实验伤后24小时活存的22只狗中即有14只并发呼吸功能衰竭，而此时的 14 只 $PaCO_2$ 均有所回升，pH也接近伤前值。

上述肺功能障碍现象，虽然出现于每组动物，但是否存在程度上的差别？从血气分析来看，如表 2 — 7 所示，四组动物之间，各项检查指标，均无显著差异，为了避免各组动物数量少，掩盖它们之差异显著性，我们将输液治疗的Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ组的血气分析指标合并起来统计，与对照组（Ⅰ组）比较，如表 8 所示。两组的各项指标，各时值之间均较接近，也未发现有显著差异（$P > 0.05$）。此外伤后24小时并发呼吸功能衰竭的14只狗，也均匀分布于各组之间，说明按目前常用的补液公式（即或是补液量偏大的Parkland公式）进行早期补液，其液量尚未能补偿体液丧失量，从而未能使毛细血管静水压增高，故对体液渗出影响甚微，根据本实验动物的支气管镜检查[3]，X线胸片检查（见表 9），以及病理解剖检查的结果

表8　　补液组与对照组各项指标比较

检查项目	补液治疗组				对照组			
	伤前	伤后2⁰	伤后8⁰	伤后24⁰	伤前	伤后2⁰	伤后8⁰	伤后24⁰
pH	7.288±0.049	7.331±0.095	7.305±0.129	7.278±0.109	7.274±0.059	7.372±0.086	7.328±0.052	7.309±0.027
PaO_2	84.1±12.5	74.3±13.6	77.4±22.4	54.9±20.9	87.5±11.1	68.5±20.8	74.7±16.9	55.7±21.7
$PaCO_2$	45.9±5.7	33.2±7.9	32.3±6.1	36.8±9.9	41.7±4.9	31.5±5.9	31.7±4.5	31.9±7.9
A—aDO_2	15.6±12.3	31.5±14.9	36.9±21.0	45.5±22.5	15.6±12.3	35.4±22.7	38.9±16.1	50.6±25.5
BEb	−1.5±3.1	−7.8±6.8	−8.7±7.3	−9.5±4.8	−6.4±2.6	−6.9±4.4	−8.0±1.9	−9.2±3.7

来看，伤后 2 小时此类狗的胸部X线检查主要系气管缩窄，多无肺水肿存在，但此时都已出现较明显的低氧血症。支气管镜检查，发现气管粘膜明显充血水肿，气管、支气管腔内已充溢部分渗出物，表示此时的低氧血症除可能源于不明显的肺间质水肿外，主要与热蒸气吸入后，气管之气管粘膜充血，水肿导致缩窄部分阻塞或支气管痉挛，特别是后者可能更为直接，伤后 2 — 8 小时，呼吸功能继续恶化，但并不急骤，表明病变进展尚较慢，伤后 8 小时的X线检查，肺水肿的影象已较明显，气管缩窄仍存在，支气管镜检查发现支气管腔内的渗出物增多，表明肺水肿已加重。此时呼吸功能障碍可能主要于肺水肿。伤后8小时以后，呼吸

表9　　伤后X线胸片的主要发现

时间（小时）	动物数	缩窄		肺水肿		肺不张		肺部感染	
		检出数	检出率%	检出数	检出率%	检出数	检出率%	检出数	检出率%
2	9	7	77.7	1	11.1	0	0	0	0
8	22	15	68.2	12	54.5	1	4.5	0	0
24	24	12	50.0	19	79.2	4	16.7	20.0	83.3

注：* 包括四组动物中，胸片摄片质量较好，能确切作出判断者。

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

功能障碍继续恶化，乃至伤后24小时，则发展迅速，多数狗已陷入呼吸功能衰竭，此时X光胸片检查，除肺水肿影象增多外，相当部分狗有肺不张和支气管肺炎的影象[2]，支气管镜检查见支气管腔内渗出物明显增多，大多被渗出物部分阻塞甚至完全阻塞[3]；病理检查发现在肺水肿的基础上，多数狗还有肺萎陷和支气管肺炎[4]，说明伤后24小时的肺功能障碍，除肺水肿外，肺萎陷和肺部感染也有重要作用。肺萎陷和肺部感染的发生原因较为复杂，在重度呼吸道烧伤除与肺水肿的关系较密切外，尚与其他许多因素有关，诸如胸痂的束缚，创面感染，镇静药物（在本实验，则是麻醉药物）。显然这些原因均与输液无关。即便是肺水肿与肺萎陷和肺部感染的关系，对输液来说，也非直接。既然早期输液治疗对体表合并重度呼吸道烧伤的肺水肿发生和发展影响不明显，则对肺萎陷和肺部感染的影响当更较少。因此可以说，输液治疗对体表合并重度呼吸道烧伤后的呼吸功能障碍不是主要因素，提示临床上在防治呼吸道吸入性损伤时，应采取综合措施，特别要改善通气情况，改善肺水肿，防治肺萎陷和肺部感染，不要过多地限制输液量，只有在基本控制休克情况下，才考虑输液量的控制。否则，如果休克不能控制，严重缺氧本身，也可加速肺水肿的发生和发展。

参 考 文 献

（1）杨宗城等：烧伤伴重度蒸气呼吸道烧伤并发呼吸衰竭。本届论文 1982年

（2）王天乙等：胸部X线结合纤维支气管镜，血气检查对提高早期诊断重度呼吸道烧伤的意义。本届论文 1982年

（3）吴振忠等：纤维支气管镜检查对重度呼吸道蒸气烧伤早期肺水肿和低氧血症的诊断意义。本届论文 1982年

（4）梁延杰等：烧伤合并重度呼吸道蒸气烧伤补液组与对照组的肺部病理形态学研究。本届论文 1982年

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