DOI:10.16016/j.1000-5404.1982.04.005



# 输液对体表合并重度呼吸道蒸汽烧伤狗的血流动力方面的影响

第一附属医院烧伤中心

陈发明 黎 鳌 姜坤元 杨宗城 尤忠义 王天乙

肖利民 秦孝建 李进年 刘 莉 魏巨菊

在研究重度呼吸道蒸汽烧伤时，曾经发现体表合并重度呼吸道蒸汽烧伤的实验动物(狗)的血流动力方面的变化，诸如血浆量、心输出量、肺血管阻力、周围血管阻力、左室作功等均较两种损伤之和为明显。并认为对这种合并损伤的效应机理问题，有待进一步探讨[1]。本实验拟通过不同质和量的输液对血流动力方面的影响，作一侧面的探讨。

## 实 验 方 法

**实验分组：** 采用重庆地区健康雄性杂种狗28只，体重12.24±1.52公斤，实验分组如表1。连续观察24小时。伤前、伤后2小时、8小时和24小时进行检查。伤前禁食12小时。实验在苯巴比妥钠麻醉下进行。伤后半小时开始静脉输液。伤后8小时均匀输入第一个24小时总量的一半；其余在另16小时输完。

表1 实 验 分 组

| 组 别 | 动物数 | 血浆量 (ml/%/kg) | 乳酸林格氏溶液* (ml/%/kg) | 5%G.N.S.△ (ml/%/kg) | 5%G.S. (ml/%/kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ 对照组# | 7 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| Ⅱ 4ml 组# (Parkland公式) | 7 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| Ⅲ 1.5ml 组# (本院修改公式) | 7 | 0 | 1.5 | | 40 |
| Ⅳ 胶体组(本院公式) | 7 | 0.5 | 0 | 1.0 | 0 |

注：* 乳酸林格氏平衡液 △ 5%葡萄糖盐水溶液 # Ⅰ Ⅲ Ⅳ统称为输液组

**致伤：** 呼吸道烧伤系采用我室蒸汽烧伤模型[2]；体表烧伤系采用3%凝固汽油燃烧，烧伤面积30%/Ⅲ°

**肺动脉平均压、肺动脉楔状压与中心静脉压：** 系切开颈外静脉插入6—7号心导管，用SJ-41型四道生理记录仪（上海医用电子仪器厂出品）描绘记录。

**股动脉平均压：** 系切开皮肤直接穿刺股动脉测量

**血浆量：** 系采用T-1824染料稀释法测量[3][4][5]。

**心输出量与左室射血时间：** 系采用SJ-41型四道生理记录仪结合ZK-1型阻抗心动测定

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

仪（上海红旗仪表厂出品）进行测量。然后进行计算[6][7][8][9][10]。

**肺血管阻力、周围血管阻力、左室作功、右室作功**：系根据下列公式[8]计算。

肺血管阻力（PVR）（达因、秒、厘米$^{-5}$）$=\frac{PA}{Co(ml/秒)}\times 1332$（公式Ⅰ）

周围血管阻力（SVR）（达因、秒、厘米$^{-5}$）$=\frac{FA}{Co(ml/秒)}\times 1332$（公式Ⅱ）

左室作功（LVW）（公斤、米/分）$=\frac{心脏指数\times 1.055\times (FA-PAWP)}{1000}\times 13.6$（公式Ⅲ）

右室作功（RVW）（公斤、米/分）$=\frac{心脏指数\times 1.055\times (PA-右房压)}{1000}\times 13.6$（公式Ⅳ）

## 结 果 分 析

图1—12记录了连续观察各组致伤前、后测量和计算的血流动力方面的参数。全部曲线用同样的标记表示（见图1），两平行线部分表示全组动物伤前平均值（$\bar{x}\pm SD$）；对照组为0——0；Parkland公式组Δ——Δ；本院修改公式组0……0；本院公式组×——×。当伤后某时值与伤前平均值之间，统计学上存在显著性（$P<0.05$）或非常显著（$P<0.01$）差别时，在该点分别用＊或＊＊表示。

**股动脉平均压（BPF）**：伤前平均值为128.36±19.25mmHg。如图1所示，伤后2小时各组的BPF均开始有明显下降；伤后24小时各组均在伤前平均值低限以下，以本院公式组下降最明显，其次为对照组。伤后2、8和24小时对照组与伤前比较有显著差别（$P<0.05$）；伤后24小时Parkland公式组、本院修改公式组、本院公式组与伤前比较有显著或非常显著差别（$P<0.05\sim0.01$）。各组之间比较无显著差别（$P>0.05$）。

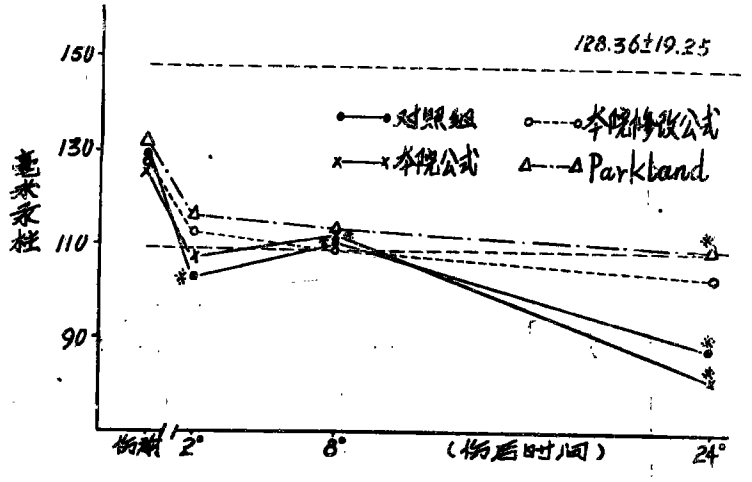



图1　各组动物股动脉平均压变化

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

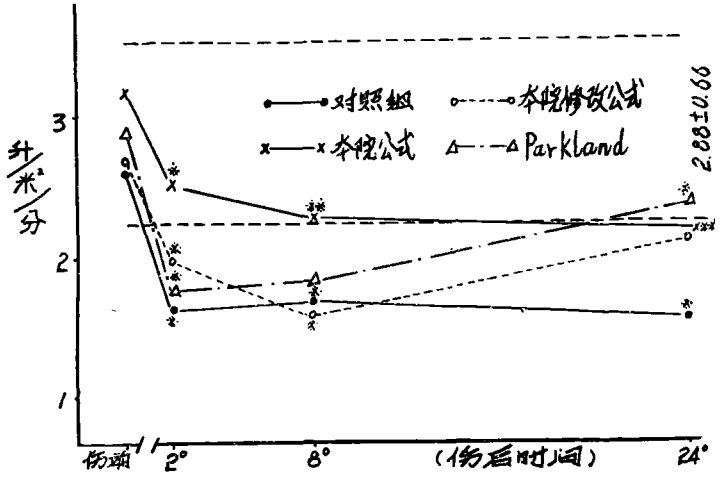



图2　各组动物心脏指数变化

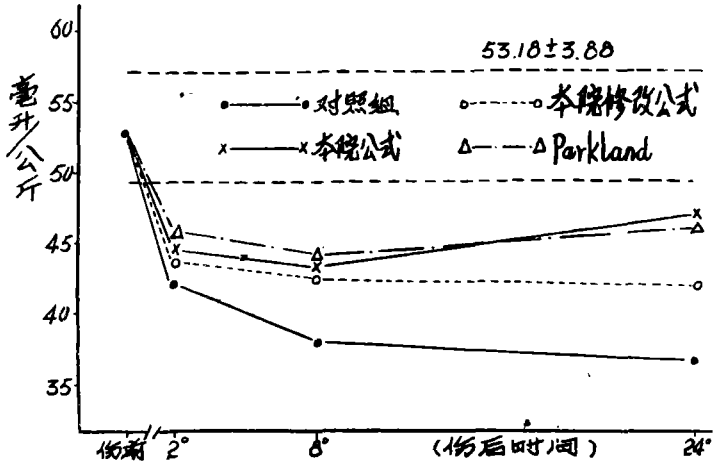



图3　各组动物血浆量变化

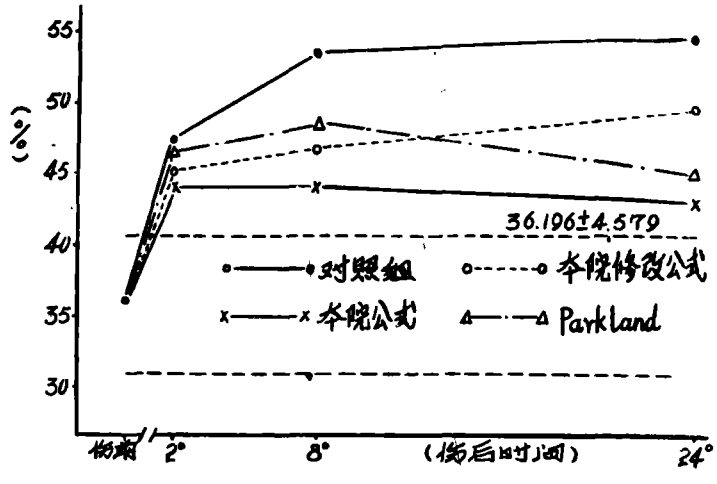



图4　各组动物血细胞压积变化

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

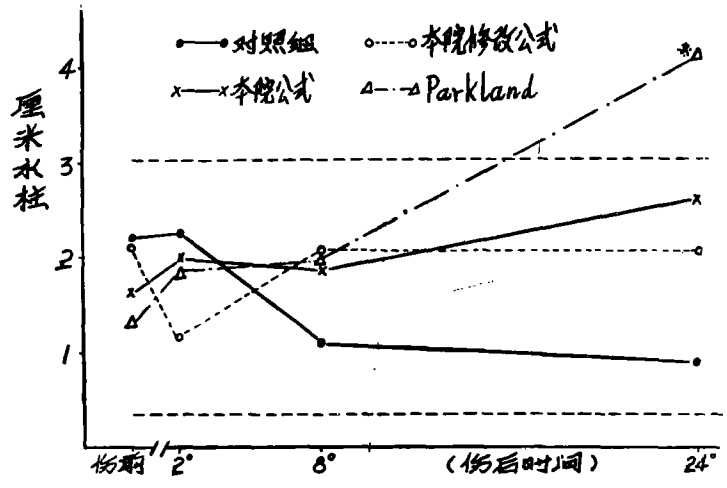



图5　各组动物中心静脉压变化

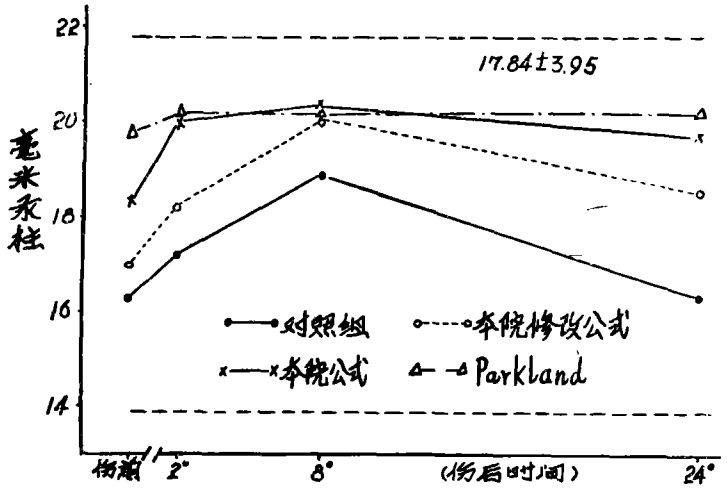



图6　各组动物肺动脉平均压变化

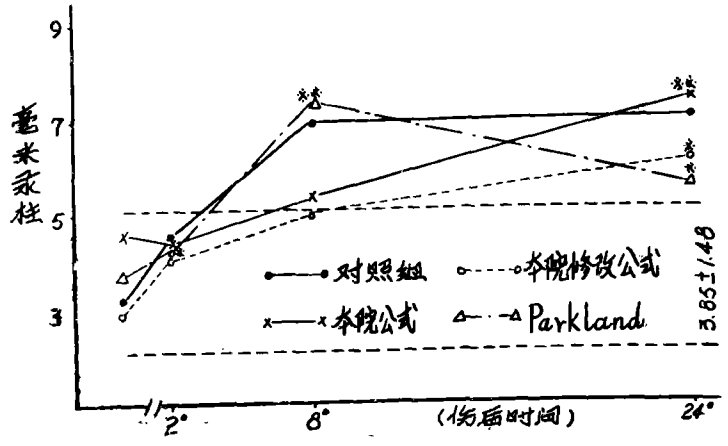



图7　各组动物肺动脉楔压变化

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

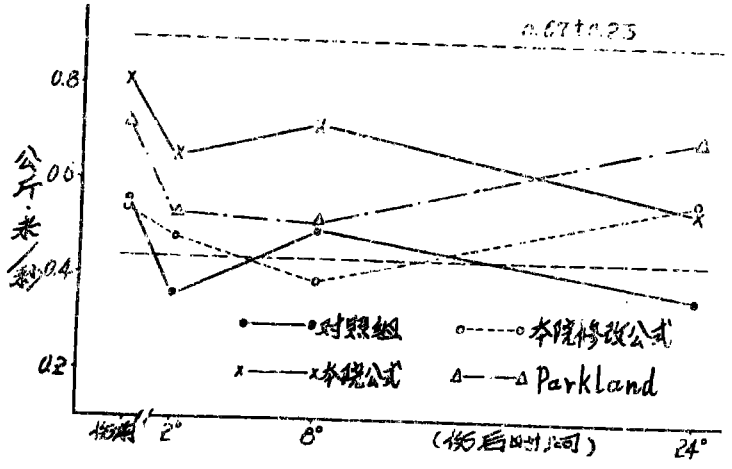



图8　各组动物右室作功变化

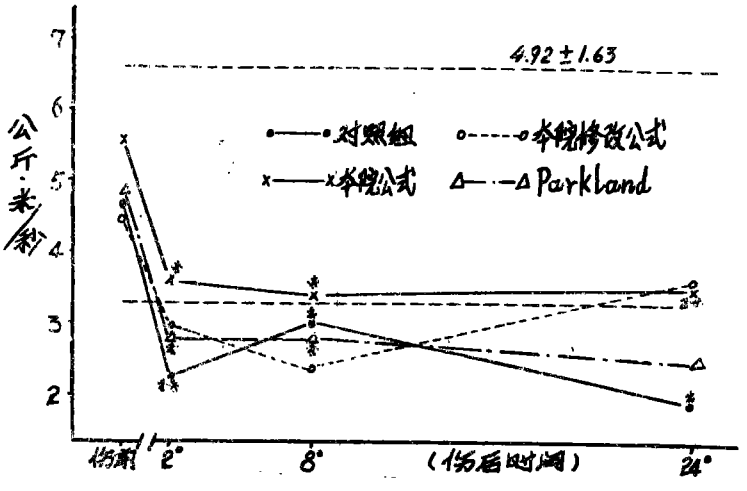



图9　各组动物左室作功变化

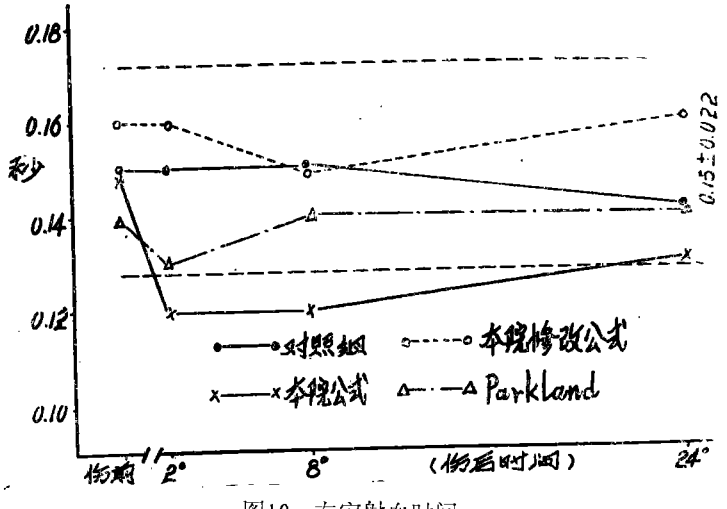



图10　左室射血时间

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

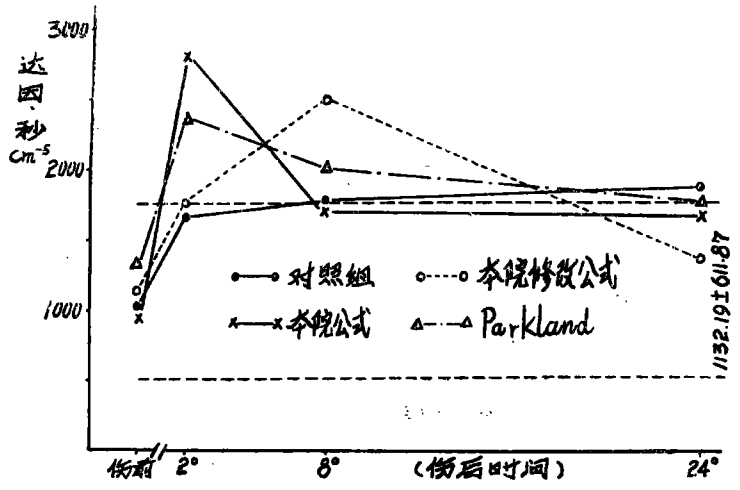



图11 各组动物肺血管阻力变化

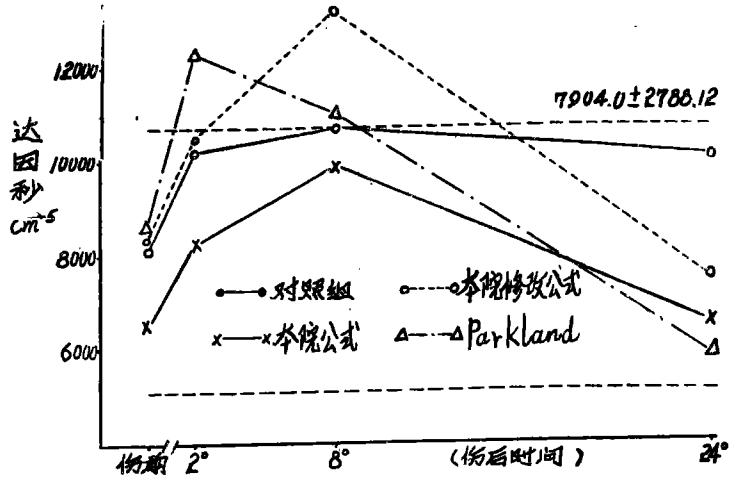



图12 各组动物周围血管阻力变化

**心脏指数（CO）**：伤前平均值2.88±0.66升/米²/分。如图2所示，伤后2小时，各组CO已明显下降，至伤前平均值低限以下，以对照组下降最明显。伤后各时限对照组与伤前比较下降有显著或非常著显差别（$P<0.05\sim0.01$），本院修改公式组、Parkland公式组伤后2、8小时与伤前比较下降有显著差别（$P<0.05$）；各组之间在各时限均无统计学上显著差别。

**血浆量（PV）**：伤前平均值53.18±3.88ml/kg。如图3所示，伤后2、8和24小时各组PV下降在伤前平均值低限以下，以对照组下降最明显。各组与伤前比较均有显著或非常显著差别（$P<0.05\sim0.01$）。各组之间比较，伤后24小时对照组与Parkland公式组、本院公公式组有显著差别（$P<0.05$）。

**血细胞压积**：伤前平均值36.19±4.58%。如图4所示，伤后2、8和24小时各组血细

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

胞压积上升在伤前平均值上限以上，以对照组最明显。各组与伤前比较均值有显著或非常显著差别（P <0.05~0.01）。说明虽经补液治疗的三组动物仍未能纠正血液浓缩现象。可能与补液量不够有关。

**中心静脉压（CVP）**：伤前平均值1.68±1.35cm$H_2O$。如图5所示，伤后2小时各组CVP均在正常范围内波动；伤后8小时对照组已明显下降至伤前平均值低限；伤后24小时对照组已接近伤前值最低水平，平均绝对值在1 cm$H_2O$以下，说明未经输液治疗的狗，回心血量已明显不足。伤后24小时以后，输液治疗的三组动物CVP均有不同程度的上升以Parkland公式组最明显，在伤前平均值高限以上，但其绝对值为3.65，说明尚在正常范围低值。提示虽经输液治疗，即便是Parkland公式组回心血量仍处于低水平。未造成体液超载或心脏负荷增重。伤后24小时Parkland公式组和本院公式组与各伤前值和对照组比较均有显著差别（P <0.05）。

**肺动脉平均压（PA）**：伤前平均值为17.84±3.95mmHg。如图6所示，伤后2、8、24小时各组PA均在伤前平均值范围内，与伤前比较无显著差别（P<0.05）。

**肺动脉楔状压（PAWP）**：伤前平均值为3.58±1.48mmHg。如图7所示，伤后8小时各组的PAWP均有不同程度的增高，伤后24小时尤为明显。在此两时限各组的均值都在伤前平均值高限以上，但绝对平均值都在8mmHg以下，即在正常值的高限。与伤前比较均有显著或非常显著差别（P <0.05~0.01）。各组之间均无显著差别（P >0.05）。

**右室作功（RVW）**：伤前平均值为0.67±0.23公斤·米/分。如图8所示，伤后2小时各组RVW均有所下降，以对照组下降最明显，在伤前平均值低限以下。伤后24小时对照组在伤前平均值低限以下，其他三组恢复到伤前水平。各组与伤前以及各组之间比较均无显著差别（P >0.05）。

**左室作功（LVW）**：伤前平均值为4.92±1.63公斤·米/分。如图9所示，伤后2小时各组LVW均明显下降，至伤前平均值低限或低限以下，其中以对照组最显著，与伤前平均值比较有非常显著差别（P <0.01），伤后24小时本院公式组和对照组仍在伤前平均值低限以下；Parkland公式组和本院修改公式组虽有所恢复，仍在伤前平均值低限水平，但与伤前值比较无显著差别。各组之间无显著差别。

**左室射血时间（LVET）**：如图10所示，伤后各时限各组LVET均在伤前平均值（$\bar{x}$±SD）范围内波动。其中本院公式组伤后2—8小时下降幅度较大，至伤后24小时仍未完全恢复至伤前水平。但各组时限与伤前比较，各组之间比较均无显著差别（P >0.05）。说明心肌没有受到明显影响。

**肺血管阻力（PVR）**：伤前平均值为1132.19±611.87达因·秒·厘米$^{-5}$。如图11所示，伤后2、8小时各组PVR均增高至伤前平均值高限以上，与伤前平均值比较有显著或非常显著差别（P <0.05~0.001）。伤后24小时各组PVR虽有所下降，但仍在伤前平均值高限或高限以上。对照组、Parkland公式组与伤前平均值比较仍有显著差别（P <0.05）；各组之间比较无显著差别（P >0.05）。

**周围血管阻力（SVR）**：伤前平均值为7.9±2.79达因·秒·厘米$^{-5}$。如图12所示，伤后2—8小时各组SVR均有不同程度地升高。伤后2小时Parkland公式组，伤后8小时对照组与伤前值比较有显著差别（P <0.05）。伤后24小时，对照组仍维持在伤前高限水平，其余输液治疗的三组，均下降至伤前水平，各组间比较无显著差别（P >0.05）。

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

# 讨　　论

1．本实验的动物模型系采用30%/Ⅲ体表烧伤（凝固汽油烧20秒）加蒸汽吸入（3秒）的重度呼吸道烧伤。伤后2小时即有明显血流动力方面的变化，呈现有较严重的休克。股动脉压、血浆量、心输出量、左室作功等均有明显下降，直至伤后24小时均尚未恢复正常。28只狗中，6只在伤后24小时内死亡，其中未经输液治疗的对照组死亡2只；输液治疗的死亡4只Parkland公式组和本院修改公式组各1只；本院公式组2只。死后检查，这6只狗的肺部病变并不比其他18只动物更严重，也无气管、支气管阻塞。我们认为死亡的重要原因是休克。以往我们的烧伤实验中，凝固汽油烧伤30%Ⅲ°的狗，伤后24小时内很少因休克死亡的，即便是烧伤面积40%24小时休克死亡的也少[11]。再次证明30%Ⅲ°体表烧伤，当合并有重度呼吸道蒸汽烧伤后，对早期血流动力方面的搔扰是严重的，即便是按体表烧伤面积计算进行了输液治疗，也难免早期休克死亡。也说明用此动物模型观察早期补液对体表合并重度呼吸道蒸汽烧伤抗休克的效应是适当的。

2．如图1、2、3、9所示，未经输液治疗的对照组，在伤后24小时，无论股动脉压、血浆量、心脏指数、左室作功等几项休克指标，均未恢复至伤前水平，而且是最低的一组，这是可以理解的。然而，进行了输液治疗的三组动物，即便是输液最多的Parkland组，各项指标也均未能恢复至伤前水平。提示，按照目前国内、外常用的按烧伤体表面积计算烧伤早期补液公式，用于体表合并重度呼吸道蒸汽烧伤的抗休克治疗，至伤后24小时，仍未能使心输出量、血浆量恢复到伤前水平。其原因可能有：

（1）输入的总量不够补偿总丧失量（渗出量）。本实验输液治疗三组，均系以体表烧伤30%计算的输入量。而动物模型系30%体表加重度呼吸道蒸汽烧伤。即由于呼吸道烧伤渗出所丧失的液体量未计算补入。我们以往的实验[1]已阐明，重度呼吸道蒸汽烧伤（致伤条件与本实验模型一致）伤后2小时即有明显的血浆量下降和血流动力方面的改变。因此单纯以体表烧伤面积计算输液量显然是不够的。

（2）早期输入的速度偏慢。从图3可以看出，伤后2小时即有大量体液渗出丧失，血浆量下降，伤后体液丧失速度即明显减慢。以对照组为例，伤后2小时，血浆量又由53.18±9降至42.3±5.14毫升（公斤体重—以下同），平均每小时下降5.5毫升；伤后3—8小时，血浆量下降速度已减慢，平均仅0.85毫升；伤后9—24小时，继续下降已不明显。对照组狗的心脏指数（图3）伤后2小时，也已由1.32±0.12降至0.83±0.08升·米/分减少了近1/3，以后就未见再继续明显下降。本实验设计的输液速度，系根据国内外较广泛采用的方法，即伤后8小时补入计算量的一半，均匀分配输入。虽然强调了早期输液应该较多，但从本实验结果看，仍嫌偏迟。

根据上述分析，提示在体表加重度呼吸道烧伤时，按现行常用补液公式输液，无论量与分配速度均有值得进一步研究与商榷之处。

（3）由于补入的量和输入的速度早期偏慢，未能即时补充血容量，使动物组织长时间处于低灌注水平，这可能是本实验动物虽经各类公式的输液治疗，至伤后24小时，仍未能使被扰乱的血流动力方面的变化恢复至伤前水平或接近伤前水平的主要原因。但是重度呼吸道烧伤所致之严重低氧血症也是一重要因素。我们以往的重度呼吸道烧伤实验[12]和本次实验[13]

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

均证明伤后24小时动物有较严重的肺水肿和低氧血症$PaO_2$大部在70mmHg以下。动物由于血容量不够，组织又处于低灌流状态，再加上低氧血症，从而导致组织严重缺氧性损伤。毛细血管淤滞，使修克难以复苏。本实验中，休克严重的狗，均同时伴有较严重的呼吸功能衰竭[14]。因而体表合并重度呼吸道烧伤时，单纯依靠补液是难以使休克纠正的，应及早考虑改善低氧血症的情况。

3．本实验各组的左室作功及右室作功伤后均有不同程度下降，左室作功一直到伤后24小时，仍未完全复恢。结合中心静脉压、肺动脉压和左室射血时间，在整个实验过程中变化不明显，肺动脉楔状压虽有升高，但仍在正常值（4 — 8 mmHg）范围内，因此可以认为，没有因为输液而心脏负荷过重，或心肌本身有明显损害现象。左、右室作功降低的主要原因系由于心脏指数和血压降低所致（见公式Ⅲ、Ⅳ）。所以无论左或右室作功都以对照组下降最显著，是可以说明的。

4．肺动脉楔状压的升高，尽管其值仍在正常值的高限，应该仍有其一定意义，特别是与伤前值比较，有显著差别（$P<0.05$）。我们实验虽未直接测量左房压，但从伤后左室射血时间基本正常，且伤后24小时，输液治疗组周围血管阻力已下降至伤前正常值（即左室心肌基本正常，左室后负荷也未明显增重），间接可以说明，左房压未升高。则肺动脉楔状压升高主要系毛细血管压的增高。其主要原因可能系由于呼吸道烧伤后肺水肿和肺血管收缩或痉挛所致。但肺血管的阻塞也不能完全除外，因为病理解剖时，可以发现不少数目的肺小静脉的栓塞[15]。由于肺动脉楔状压的增高也可能说明为什么伤后24小时，周围血管阻力已基本降至伤前正常水平时（图10）；而肺血管阻力仍未下降（图11）的原因。

5．本实验的第四组系采用我院公式，即输入的1.5ml中含有0.5ml同种血浆，其他两输液组均未输入胶体。输入胶体的目的是针对我们以往的推想，认为输入大分子胶体后，从已改变了性质的毛细血管漏出速度要慢一些，量要少一些，从而可减少重度呼吸道烧伤的肺水肿和较好的维持血容量。我们另外的资料[16]已经证明输入胶体并未使肺水肿减轻；从本组资料看，如图3所示，对血浆量的改善，本院公式并不比Parkland及本院修改公式组好；其他指标如伤后24小时的股动脉压、心脏指数、肺动脉楔状压、左或右室作功、肺血管阻力、左室射血时间等均不比其他两输液组为佳，甚至都以本院公式组为差。尽管与其他两组比较无统计学意义。因此早期输液是否需要补入胶体是另值得考虑的问题。本实验不能支持输入胶体的优越性。

## 小　　结

本文就早期输液对30%/Ⅲ°体表合并重度呼吸道蒸汽烧伤对血液动力方面的影响进行了观察。发现伤后24小时内主要血液动力方面的参数均未能恢复到伤前水平，以未输液的对照组最差，即是输液的三组动物，无论是最多的Parkland公式组或输了血浆的本院公式组，改变的趋向和幅度也基本相同。根据四组动物的中心静脉压、肺动脉压、肺动脉楔状压、左室射血时间均在伤前平均值范围内波动，因此认为血流动力方面的改变不是由于右心负担过重，肺动脉高压或左室劳损所致，而主要是由于血液容量不足引起。因此四组中以未输液的对照组最差。血浆容量未能恢复的主要原因可能是由于只是按体表烧伤一般公式计算的输液量不足以补偿从体表和呼吸道烧伤体液量的丧失；其次是呼吸道烧伤，肺水肿所致严重低氧

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

血症，组织器官的缺氧性损害，使毛细血管继续扩大，大量的体液淤积毛细血管床及其周围组织间隙所致。

## 参 考 文 献


（1）陈发明等：重度呼吸道蒸汽烧伤实验研究之四　早期血液动力方面的变化　中华医学会 P67—68，1982

（2）朱佩芳等：重度呼吸道蒸汽烧伤动物（狗）模型的制作。　中华医学会，P73—74，1982

（3）孙秉庸等：烧伤早期血液动力学改变的观察。　中国生理科学14届学术会议论文集　1967

（4）Solzberg AM et al: Blood volumes in normal and burned dogs. Arn Surg 132:746 1950

（5）William CS et al: Physiologic patterns in surviving and mon-surviving shock patients. Arch Surg 106:630. 1973

（6）沈幼棠：心动阻抗测量装置的原理和应用。医疗器械　4:8—10　1979

（7）Kubicek WG et al: Impedance cardigraphy as a non invasive metlod monitoring cardiac function and other parameter of the cardiovacurlar system Ann Myccard. Sci 170: 724.1970

（8）王继文等：心导管检查及诊断。中国医学科学院阜外医院。　1979

（9）Naggar CZ et al: Accuracy of the stroke index as determined by the transthoracic electrical impedance method. Anesthesiology 42:201, 1975

（10）臧益民等：心动周期时相测定的生理基础及临床应用。第四军医大学医学文摘（增刊）1—3:14 1978

（11）黄文华等：阶梯治疗中烧伤休克补液问题实验研究初步报告。　野战外科研究所二室、西南医院烧伤科　1965

（12）韩本立等：重度呼吸道蒸汽烧伤研究之二　血气的改变。中华医学会　P66，1982

（13）练伟坤等：重度呼吸道烧伤后早期补液对肺功能的影响。本届论文　1982

（14）杨宗城：烧伤伴重度蒸汽呼吸道烧伤并发呼吸衰竭。本届论文　1982

（15）梁延杰等：重度呼吸道蒸汽烧伤研究之七　病理形态学变化光学显微镜观察。　中华医学会 1982

（16）尤忠义等：输液对体表合并重度呼吸道蒸汽烧伤肺水肿影响的实验研究。本届论文　1982


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