DOI:10.16016/j.1000-5404.1980.04.010

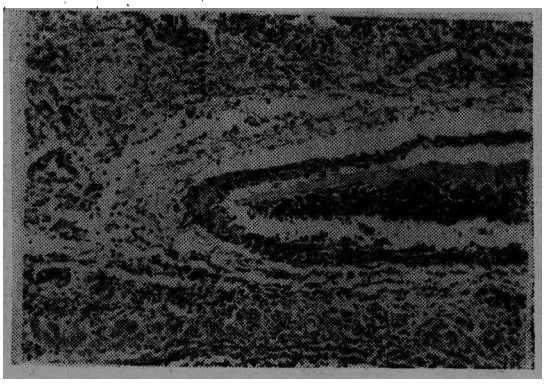


图15 终末细支气管旁血管周围水肿炎症套
（伤后6小时）×132



图16 终末细支气管旁小静脉炎症套
（伤后24小时）×83

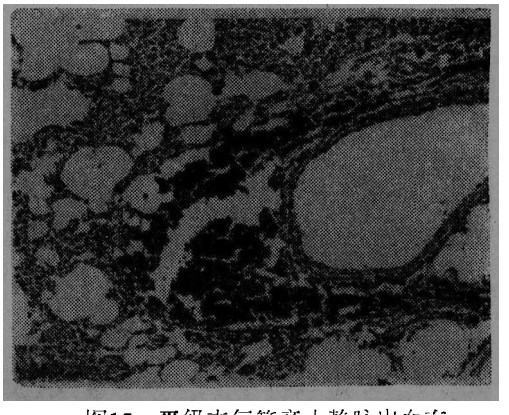


图17 Ⅲ级支气管旁小静脉出血套
（伤后2小时）×81

重度呼吸道蒸气烧伤实验研究之八

早期红细胞2,3-二磷酸甘油酸含量的变化

训练部生化教研室 董燕麟 唐成功

2，3-二磷酸甘油酸（2，3-DPG），可以改变血红蛋白与氧之间的平衡[1,2]，它以其特有的方式与脱氧血红蛋白结合，稳定脱氧血红蛋白的结构，降低血红蛋白对氧的亲和力，使氧离曲线右移，P_{50}值增高。由于机体可以改变红细胞内2，3-DPG的水平，影响血红蛋白释氧能力，调节组织的获氧量，因而引起临床广泛的注意[3]。呼吸道烧伤常引起粘膜充血、水肿，分泌物增多，小支气管管腔堵塞，肺脏也可以引起充血、出血、水肿等病理改变，

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

影响气体交换功能不全，动脉血氧饱和度和氧分压下降⑤。但呼吸道烧伤时红细胞2,3-DPG含量有否变化，还未见有文献报导，本文对实验性动物呼吸道蒸气烧伤早期红细胞2,3-DPG含量的变化进行了观察，并对体表烧伤、呼吸道复合体表烧伤时红细胞2,3-DPG的变化作了初步探讨。

实 验 方 法

实验动物分为单纯呼吸道烧伤、单纯体表烧伤(面积30%)、呼吸道复合体表烧伤与正常对照等四组。分组方法、致伤方法、取样时间见分题之一⑥。全血样品以肝素抗凝、取血后立即置冰水中存放，2小时内进行红细胞分离，以冷生理盐水洗红细胞3次，再用三氯醋酸沉淀蛋白制成无蛋白滤液置冰箱内暂存，2—3日内完成2,3-DPG测定。2,3-DPG的定量测定按Eaton等⑦改良Bartlett的变色酸法⑧进行，2,3-DPG标准系我室提取制备。

结 果

本实验共用重庆地区雄性杂种狗29条，其伤前红细胞2,3-DPG含量平均值为1.009±0.139μmol/μmol Hb。原分组中的动态组，由于致伤条件与连续观察组相同，故合并于连续观察组一并统计。各组动物红细胞2,3-DPG含量变化见表1。由表中可见各组动物在致伤前2,3-DPG含量非常接近（P＞0.5）。正常对照组在整个实验期间2,3-DPG的含量无变化（P＞0.5）。单纯呼吸道烧伤组（单呼组）致伤2小时后2,3-DPG均值虽有增高，但统计处理后与伤前值对比，并无明显差异，伤后6小时2,3-DFG含量增高到1.220±0.173μmol/μmol Hb，显著高于伤前水平(P＜0.005)，24小时后仍维持在较高水平1.183±0.107μmol/μmol Hb。单纯体表烧伤组(单体组）致伤后2小时与6小时2,3-DPG含量与致伤前无明显差别(P＞0.05)，但致伤后24小时2,3-DPG含量由伤前0.991±0.162μmol/μmol Hb增高到1.396±0.204μmol/μmol Hb，差异显著（P＜0.025)。呼吸道复合体表烧伤组(复合组）与单呼组相似，致伤后6小时2,3-DPG含量即由伤前1.035±0.136μmol/μmol Hb增高至1.389±0.120μmol Hb，差异显著（P＜0.025）24小时后仍维持较高水平。

表 1 呼吸道烧伤、体表烧伤与呼吸道复合体表烧伤动物红细胞2,3-DPG含量的变化

(2,3-DPGμmol/μmolHb)

	伤前	伤后		
		2°	6°	24°
正常对照组	1.007±0.165 (5)	0.991±0.226* (5)	1.007±0.171* (5)	1.001±0.182* (5)
单呼组	1.009±0.139* (17)	1.074±0.135① (14)	1.220±0.173② (12)	1.183±0.107② (12)
单体组	0.991±0.162* (4)	1.210±0.121③ (4)	1.184±0.090③ (4)	1.396±0.204④ (4)
复合组	1.035±0.136* (3)	1.294±0.093③ (3)	1.389±0.120④ (3)	1.397±0.164⑤ (3)

附注：（ ）括号内数字系实验动物头数

* 与正常对照组伤前值对比P＞0.5 差异非常不明。

① 与本组伤前值对比P＞0.2 差异非常不明显

② 与本组伤前值对比P＜0.005 差异非常显著

③ 与本组伤前值对比P＞0.05 差异不明显

④ 与本组伤前值对比P＜0.025 差异显著

⑤ 与本组伤前值对比P＜0.05 差异显著

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

讨　论

动物烧伤后，体液渗出，红细胞压积变化很大，用全血计算2，3-DPG含量似不恰当。我们根据红细胞内2，3-DPG的功能，采用以μmol血红蛋白为单位计算2,3-DPG的μmol数，可以减少血液浓缩对结果的影响。本实验的动物伤前红细胞2,3-DPG含量的平均值为1.009±0.139μmol/μmol Hb，与Thomas等④报告的正常值1.05±0.10m mol/m mol/Hb相似，说明我室自己提取的2,3-DPG标准，纯度能满足实验的要求。

从正常对照组2,3-DPG含量无明显变化看，该组虽未曾致伤，但与其他实验组动物的处理相同，也经过麻醉、人工呼吸、心导管插管、取血样与输血等，说明这些处理并不影响红细胞内2,3-DPG的含量。

呼吸道烧伤2小时后，2,3-DPG含量均值即可增高，但不显著，6小时后则显著高于伤前水平。单纯呼吸道烧伤动物的临床表现⑧，2小时后动物的呼吸频率明显地持续增加，有鼻翼扇动、费力等呼吸困难症状。呼吸道复合体表烧伤的动物也有类似的变化。单呼组与复合组动物活杀后的病理检查，也可以看出呼吸系统的病理改变逐渐加重⑤。虽然呼吸道烧伤常伴有硷中毒⑩，而血液pH值增高可以增强磷酸果糖激酶与二磷酸甘油酸变位酶的活性，促使2,3-DPG含量增高④，但根据血气分析的结果⑪，单呼组与复合组在伤后6小时与24小时动脉血pH值并没有明显的改变，平均值仍在伤前水平上。考虑烧伤后常引起贫血⑫，贫血也是导致红细胞2,3-DPG含量增高的原因之一，但从红细胞压积测定的结果看，不反映有贫血现象。因此呼吸道烧伤早期导致红细胞2,3-DPG含量增高的最主要原因，可能是由于呼吸系统的病理改变，引起气体交换障碍，体内缺氧，从而使红细胞内2,3-DPG水平代偿性增高，氧离曲线右移，有利于组织获氧。

单纯体表烧伤后2,3-DPG含量在6小时并无明显改变，24小时后才显著增高。动物致伤后初期虽有呼吸频率增快，但不出现鼻翼扇动、费力等呼吸困难的症状，并且逐渐恢复原有水平。动脉血pH值测定也无硷中毒现象。动物活杀后病理检查，4条狗中有2条（8023，8045）气管及肺部正常，而另2条狗（8043，8052）也只有轻度支气管炎⑨。因此单体组红细胞2,3-DPG含量在24小时后升高不能用呼吸功能障碍、硷中毒、贫血等影响2,3-DPG含量增高的原因来解释。最近Воронова等⑬指出外伤（包括骨折、脱位、烧伤）能引起血红蛋白对氧的亲和力下降，氧离曲线右移，当透析患者血红蛋白除去有机磷酸酯后，对氧亲和力的差别消失。她们推测这种改变是由于应激反应引起红细胞内糖酵解作用增强、导致2,3-DPG含量增高所致。但她们并未测定2,3-DPG的含量。根据Воронова等的推测，单纯体表烧伤后红细胞2,3-DPG水平增高可能就是这种对非常刺激的非特异性反应的结果，为了确定这点，还需进一步进行研究。

摘　要

健康雄性杂种狗红细胞2,3-DPG含量平均值为1.009±0.139μmol/μmol Hb。分组进行呼吸道烧伤、单纯体表烧伤、呼吸道复合体表烧伤，以及正常对照组，分别测定伤前、伤后2小时、6小时与24小时红细胞2,3-DPG含量。有呼吸道烧伤的动物伤后6小时2,3-DPG含

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

量有明显增高，单纯体表烧伤虽不伴有呼吸系统病变，红细胞2,3-DPG含量在24小时后亦有显著增高。

本实验所用2,3-DPG标准系由我室叶上宇、周长保同志制备供给，特此致谢。

参 考 文 献

1. Benesch, R. et al: The effect of organic phosphates from the human erythrocyte on the allosteric properties of hemoglobin Biochem. Biophys. Res. Commun. 26:162;1967

2. Chanutin, A et al: Effect of organic and inorganic phorphates on the oxygen equilibrium of human erythrocytes. Arch. Biochem Biophys 121:96;1967

3. Oshi, F. A. et al: The red cell, 2,3diphosphoglycerate, and tissue oxygen release J. Pediatrics 77:941;1970

4. Thomas Ⅲ, H. M. et al: The oxyhemoglobin dissociation curve in health and disease. Role of 2,3-DPG. Am. J. Med. 57:331;1974

5. 王德文：呼吸道烧伤 国外军事医学资料 第二分册 No2:11,1974

6. 练维坤等：重度呼吸道蒸气烧伤实验研究之一：实验方法和临床观察

7. Eaton, J. W. et al: Role of red cell 2,3-diphosphoglycerate in the adaption of man in altitude J. Lab. and Clin. Med. 73:603;1969

8. Bartlett, G. R.: Colorimetric assay methods for free and phosphorylated glyceric acids. J. Biol. Chem. 234:469;1959

9. 梁延杰等：重度呼吸道蒸气烧伤实验研究之七：实验性呼吸道烧伤的病理形态学研究

10. Pruitt Jr. B. A. et al.: Pulmonary complications in burn patients. J. Thoracic Cardiovase. Surg. 59:7;1970

11. 韩本立等：重度呼吸道蒸气烧伤实验研究之二：血气分析

12. Sheldon, G. F. et al: Metabolism, oxygen transport, and erythropoietin synthesis in the anemia of thermal injury. Am. J. Surg. 135:406;1978

13. Воронова, И.Н.等：外伤对血红蛋白机能的影响 国外医学 临床生物化学与检验学分册 No3:49;1980

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