

辐射对血液流变效应的研究 II .

辐射对血液粘滞性影响因素的研究

叶淑华 王新力 刘琪华 罗萃华 沈佑君

(上海医科大学放射医学研究所, 上海)

摘要 基于辐射对血液粘度变化规律的研究基础上, 我们又研究了血液组份性质与粘度的关系。发现血液粘度是十分依赖于血液的组份性质, 它与细胞压积和辐射后早期细胞电泳有关, 特别是细胞电泳。随着病程的发展亦与血沉的变化有关。血浆粘度不是其主要影响因素。经 6 Gy 照射的小鼠还和血液滤过性有关。

关键词 微量红细胞血沉, 微量压积, 红细胞电泳, 血小板电泳, 红细胞形变

引 言

由于血液粘度常受血液组份浓度、粘性与聚性的影响而变化^[1], 因此对于血液流变粘滞性的研究, 单以血液表现这个宏观流变指标测量是不够的, 还应对血液组份的其他性质进行观察、并探索其与血液粘度的关系, 现将 3~3.5 Gy 照射狗和 6~8 Gy 照射鼠的血液组份与粘度关系的观察结果报道如下。

材 料 与 方 法

1. 实验动物与照射条件

20 只 12.5 kg~13 kg 的健康草狗和 100 只正常雄性小鼠, 进行 3~3.5 Gy 和 6~8 Gy 的 ^{60}Co γ 线照射, 于照后 1、3、6、10、14 等天, 狗于后肢静脉、小鼠于颈动脉采血。狗与照前作自身对照、小鼠与对照组作比较。

2. 实验方法

红细胞与血小板电泳参见文献^[2]。全血与血浆粘度、微量血沉与微量压积测定参见文献^[3]。红细胞形变测定参见^[4](详见后述)。

结 果

1. 粘度与红细胞浓度(即压积)的关系

血液有形成份在 10% 的压积时, 低增变率的范围内、血液呈非牛顿型的流体特性, 即血液的粘度严重地依赖于细胞的浓度。根据此理同时观察辐射粘度与压积的变化, 可见二者都与照射剂量、致伤程度、病程发展有关。剂量越大致伤程度越大, 压积越小。病程早期损伤轻、影响小。后期影响大。

图 1 显示照射狗整个病程的压积与粘度的变化关系、除 4 小时外二曲线几乎平行。用直线迴归法作图 2, 二者各点亦十分密切。

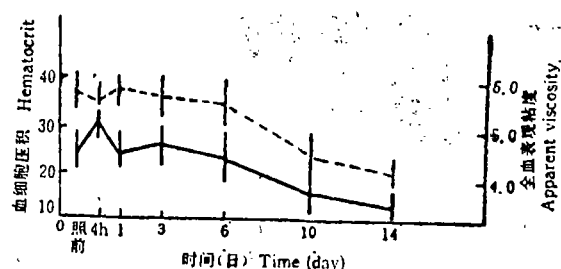


图 1 血细胞压积与血粘度关系

Fig. 1 The relationship of hematocrit and apparent viscosity

--- 血细胞压积 Hematocrit — 血粘度 viscosity

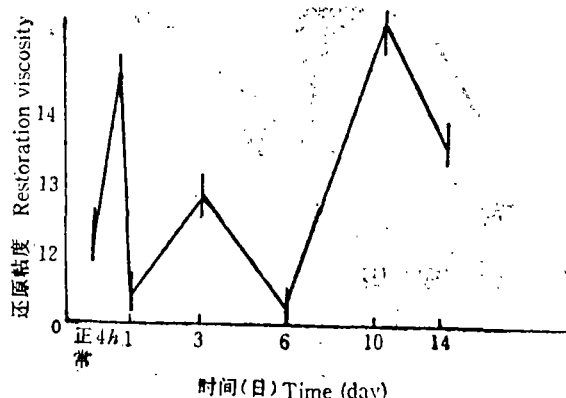


图 3 照后还原粘度的变化

Fig. 3 change of restoration viscosity after radiation

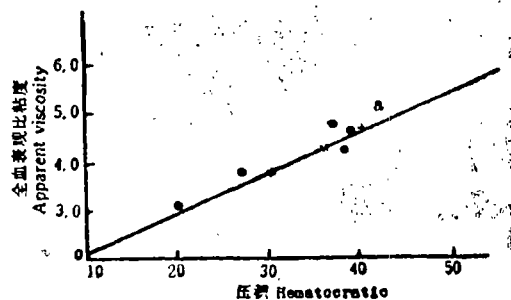


图 2 照后全血表现比粘度与血球压积的关系

Fig. 2 The relations between hemotocratic and apparent viscosity after radiation

a: Line regression coefficient

● 全血粘度 blood viscosity × 压积 hematocritic

若从排除压积影响的还原粘度观察(即单位血球压积的增比粘度 $\eta_R = \frac{\eta_0 - 1}{H}$)。可见照后还原粘度虽有波动、但二周内一直处于高粘状况,提示照后粘度变化与压积变化有关,低粘度时这种关系更为密切。

2. 粘度与细胞电泳的关系

由于细胞表面所载电荷对细胞的分散或集中可直接产生电粘度效应,因此观察粘度的变化的同时,亦观察了细胞电泳的变化。

(1) 粘度与红细胞电泳的关系 实验显示了辐射狗的细胞电泳,与佐腾所述辐射细胞电泳有类似的电泳时间延长,电泳率减缓的变化。

照后4小时到6日内有一个缓慢的迁移峰。4小时有40%的动物电泳率减慢,照后1天时不仅100%动物有此现象,而且电泳速度更慢。为整个病程电泳率最低阶段,随后陆续恢复,6天后一直未见异常。将6天内的细胞电泳与粘度作相关测定 $r = -0.40, p < 0.05$,二者呈负相关,说明辐射损伤时粘度的升高与红细胞电泳率的减慢有直接关系。

(2) 粘度与血小板的关系 辐射后动物的血小板电泳,在早期虽与红细胞电泳一样同有个减慢峰,但照射6天后的动态变化不同,此后红细胞电泳恢复后不再变化,而血小板则继续出现骤降。个别动物死亡前,最低者仅为照前的28%,同时粘度不高,甚至很低,说明血小板电泳的变化不是血液粘度的直接影响因素。

3. 粘度与血沉的关系

血沉是血液流变中反映细胞聚集性的常用指标,不论何种动物经照射后都见血沉随病程的发展而明显加速,将狗的全血粘度与血沉作直线回归,各点分布接近直线,说明血沉在全血粘度变化中起十分重要的作用。

4. 粘度与血浆粘度的关系

血浆的一种牛顿型的流体,它不随增变率的变化而变化。在3 Gy照射的狗,仅见4小时有一个一过性的小峰,其余时间未见有何变化。与兔血浆粘度变化不同。兔血浆在照后第一天即有

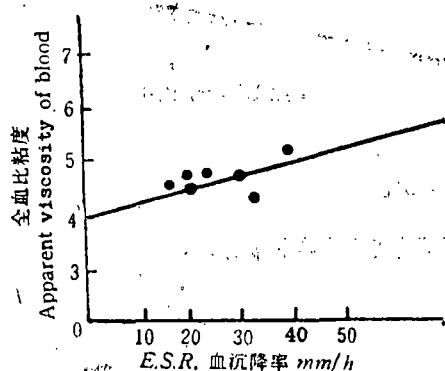


图4 血沉与血浆粘度的关系
Fig. 4 Relations between E. S. R. and blood viscosity

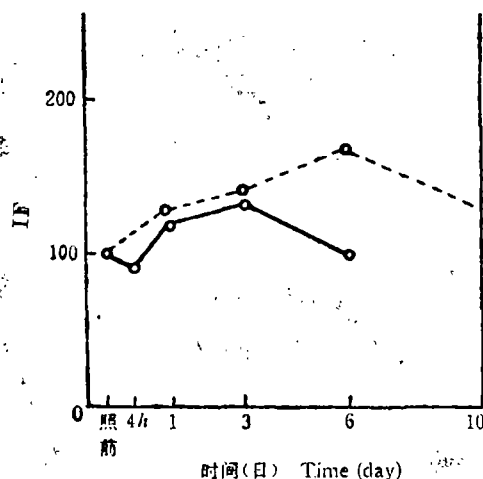


图5 IF与全血粘度百分值的比较
Fig. 5 Compare with IF and percentage of blood viscosity after radiation
IF——全血粘度 blood viscosity ----

高粘度现象发生, 照后第三天不同剂量平均峰值超过正常7.4%, 在2、3、5和7 Gy照射后, p 值 <0.05 。7 Gy照射组持续高粘时间达30天之久。由此表明血浆粘度的变化对狗而言, 可能仅与早期全血表观粘度有关, 其他动物视属性而异。

5. 粘度与红细胞变形的关系

红细胞具有变形的特性, 能通过此其本身双凹圆盘直径更小的毛细血管。流经脾时, 甚至能通过直径为 $3\mu\text{m}$ 的毛细血管, 就是这个原因血液才能顺利地循环流动, 一旦红细胞的变形减弱, 血球刚性增大, 血液粘度就增加。图5指示了6 Gy照后小鼠红细胞滤过性, 与其他血液组份一样呈时相的变化。照后8小时有一过性的滤过指数(IF)减少, 以后随着病程的发展逐渐增加, 至照后3天增至最高, 随后又逐渐减少而趋向恢复。图5亦见滤过性变化与粘度有相平行的关系。但从IF的变化观察, 第6天的变化先于粘度变化。(这种粘度的增速率相当于1/100秒)。

讨 论

本文是基于急性放射损伤血液流变粘滞特性表现为先高粘, 后低粘的变化规律基础上, 进一步讨论血液组份的浓度——压积, 结构——细胞表面电荷, 以及代表多种聚集因素的血沉及血浆粘度等诸因素对全血粘滞效应的关系。结果发现辐射早期高粘主要与细胞电泳, 红细胞变形、及血浆粘度增高有关。后期低粘主要由代表聚集性的压积、血沉的综合性变化有关。从后期血小板持续性的减慢与血浆粘度处正常情况现象, 说明该二因素非为全血粘度变化的直接影响因素。

Ditenfass认为“不论各种疾病或机能紊乱的起因如何, 只要患者的状态有明显恶化, 则必然经过一个或数个血液粘滞因素的增高阶段”^[5]。所以血液高粘综合症可由一种, 两种或数种影响因素组成。甚至在全血粘度完全正常, 或降低的情况下, 血液高粘滞和高粘滞综合症仍可发生。为此我们就可能用一种或二种以上的血液粘滞因素异常, 来估计机体是否有高粘滞症状的存在。血液的高粘滞将使血液流动受阻, 微循环障碍, 组织缺氧, 细胞呼吸困难, 致使机体一系列功能障碍, 为此改善血液流变特性, 是改善辐射损伤的基本措施。

参 考 文 献

- [1] 程极济等, 生物物理学(血液流变学和流体力学—梁子钧), 人民教育出版社, 208~248, 1981.
- [2] 梁子钧, 简便微量方形玻璃毛细管式细胞电泳装置, 生物化学与生物物理学报, 11(3), 199(1979).
- [3] 叶淑华等, 含镭夜光粉作业工人的血液流变效应研究, 中华放射医学与防护杂志, 6(3), 181(1976).
- [4] 载稼禾等, DXC-200型核孔滤膜红细胞变形能力测定仪的研制及临床应用, 上海第一医学院技术资料 2, 1~24(1985).
- [5] 廖福龙等译, 血液流变学在诊断及预防医学中的应用, 科学出版社, 75(1981).
- [6] 姜春华等, 活血化瘀研究(血瘀与活血化瘀的血液流变学研究), 上海科学技术出版社, 12, 267~295(1981).
- [7] 王洪复等, 中西医结合综合方案治疗重度造血急性放射病, 中华放射医学与防护杂志, (2), 25~28(1981).

(稿件收到日期 1986 年 9 月 1 日)

STUDIES ON HEMORHEOLOGICAL EFFECTS ON RADIATION II. THE STUDY OF INFLUENCE OF FACTOR ON BLOOD VISCOSITY AFTER RADIATION

Ye Shuhua, Wang Xinli, Lu Qihua, Lon Cuihua and Shen Youjun

(Institute of Radiation Medicine, Shanghai Medical University, Shanghai)

ABSTRACT On the basis of the investigation on the role of change of viscosity with radiation, we studied the relationship between viscosity and the properties of blood population. It was found that the viscosity depended on the concentration of blood cells. In fact, it concerned blood cells hematocrit and cells electrophoresis on the early period of radiation, especially erythrocyte electrophoresis. During the sickness, it related to the change of the erythrocyte sedimentation rate. When the mice was irradiated at 6 Gy, it was concern of erythrocyte deformation. But plasma viscosity is not main factor of blood viscosity.

KEY WORDS Micro erythrocyte sedimentation rate, Micro hematocrit, Erythrocyte electrophoresis, Platelet electrophoresis, Erythrocyte deformation