

科研简报

辐射对血液流变效应的研究 及动物全身照射后全血粘度的变化规律

叶淑华 王新力

(上海医科大学放射医学研究所, 上海)

摘要 本文结果表明经一次大剂量全身照射后的机体血液流变的主要特性为全血表观粘度先高粘后低粘的双向性变化, 从照后第一天起即升高。随着放射病病程的发展, 在早期有一个高粘峰, 其峰均值比照前升高 47.80%。但因不同动物、不同剂量、不同均速, 不同血源而变化不同。

关键词 血液流变学; 全血粘度; 表观粘度。

引言

血液流变通常指血液在血管中不断流动的性质, 而血液的流动又常以血液的粘度与变形的特性来反映其度量, 在适度的生理情况下, 血液处于一种综合平衡的稳定流态, 平时机体所以能进行基本的生命活动(基础代谢、免疫功能, 内分泌调节等)无不以此为前提。这种平衡一旦失调, 生命活动随即受影响, 所以血液流变的异常是构成机体病理生理的基础之一。研究它有一定的生物学上的意义。至于它与辐射的关系怎样? 仅见英国 Abromson、日本 Sato, 我国李素云对细胞电泳有一些记载^[1~4]。为了补充这方面的资料。本文将首先报道辐射致表观粘度的效应。观察结果如下。

材料与 方法

1. 实验动物及照射条件

67只 2.5—3 kg 的健康家兔, 给予兔 1、2、3、4、5、7 Gy 的 ⁶⁰Co γ 射线的照射, 于照后 1、3、7、10、14……等日, 耳缘静脉或心脏取血试验, 与照前或对照组作对比观察, 最长者观察 42 天。

2. 圆柱形、水平式毛细管粘度计

系上海医科大学, 生物物理教研组制。应用此粘度法、测定恒定体积的试样与等体积参比液(水)、通过圆柱形、水平式毛细管所需时间的比值。

结果与分析

1. 一次大剂量照后表观粘度特性

多次实验结果表明, 经一次大剂量全身照射的机体血液流变主要特性, 表现为全血表观比粘度先高粘后低粘的双向性变化特性。以 4 Gy 照射兔为例, 照后 1 天即有高粘现象, 然后随着病程发展, 在照后 1—7 天期间, 有一个明显的高粘峰, 若将此时粘度与照前相比, 该峰最高值为照前的 147.82%, 比照前提高 47.84%。(t(下即 P 4)。

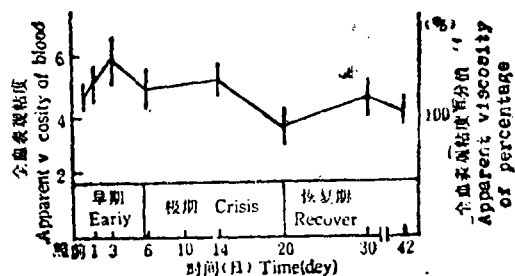


图 1 4 Gy 照后全血表观粘度动态变化
Fig. 1. Kinetic change of apparent viscosity after 4 Gy irradiation

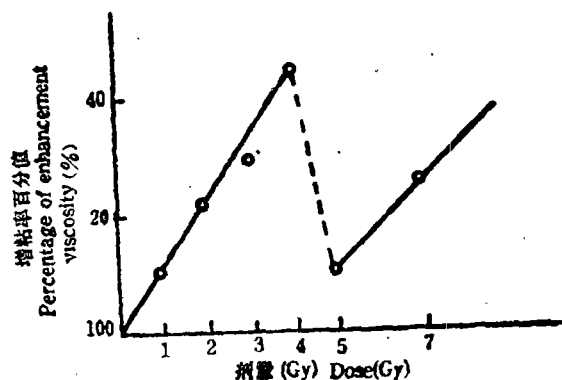


图 2 不同照射剂量的最高增粘率
Fig. 2 Max. viscosity enhancement for different dose

检验 P 值小于 0.01, 高粘持续二周左右, 呈现低粘, 持续也约二周左右, 进入恢复阶段, 至 30 天已基本恢复正常, 40 天完全恢复。整个过程与放射病程发展相吻(见图 1)。

2. 不同照射剂量对全血表观比粘度的效应

为了解不同剂量对血粘度的影响, 实验观察了 1、2、3、4、5、7 Gy 等 6 个剂量组家兔心血表观粘度的变化, 发现它们的变化都有类似 4 Gy 照射兔全血表观比粘度的变化规律。以各组最高增粘率($\eta_H = \frac{\text{照后高粘峰值} - \text{照前粘度}}{\text{照前粘度}}$)与剂量关系作图, 由图 2 可见在 1—4 Gy 的剂量范围内、成正比关系, 随着剂量的增加而稳步上升, 4 Gy 以上的剂量, 增粘率反不如其高, 提示不同剂量对全血表观比粘度的反应不同, 可能与 Oitenfess 所说的严重的疾病容易引起细胞的解聚有关^[5]。

3. 不同部位血源照后全血表观粘度变化

实验观察了 67 只家兔不同部位血源照射前后的表观粘度变化, 其中 26 只心血, 41 只耳血。发现它们出现高粘的起始时间基本相同, 以最早高粘发生率统计, 可见高粘起始时间主要集中在照后一天, 其次 3 天, 再其次 7 天。其他时间未见类似现象。除此之外尚有以下四点区别。

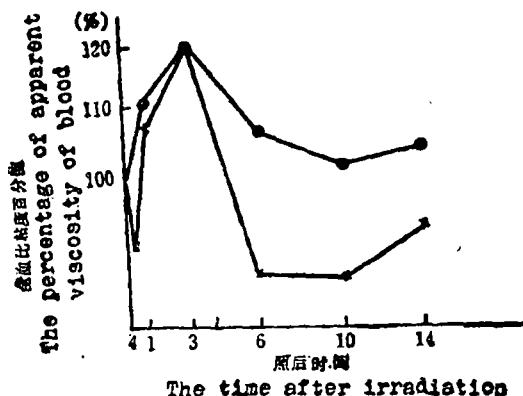


图 3 照后心血与周血全血比粘度变化
Fig. 3 The change of the apparent viscosity in heart and periphery blood
●心血Heart ×耳血Ear

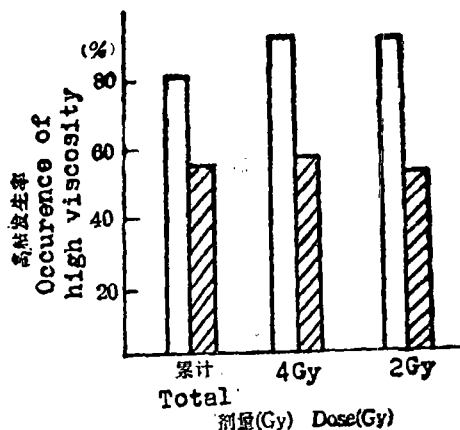


图 4 不同血源高粘发生率
Fig. 4 Occurrence of high viscosity from various sources
□心血Heart ■耳血Ear

(1) 4小时峰形不同 观察4小时至14天不同部位血源的粘度变化,由图3可见照后4小时耳血有一个一过性低粘峰,心血则无。

(2) 高粘发生率不同 图4指示了心、耳血高粘发生率的比例情况,无论是同一剂量、还是各种不同剂量的累计发生率,心血均比耳血明显的高。26只心血标本有23只照后呈现高粘,以发生率为88.46%,而41只耳血仅25只呈阳性,发生率为60.89%,心血比耳血高27.48%。同一剂量高粘发生率相比,情况类同。心血为100%,耳血仅62.07%(4 Gy)。或58.33%(2 Gy)°

(3) 最高粘度与最高增粘率不同 实验还测定了心、耳血最高粘度与最高增粘率的比,从表1可见心、耳血情况不一,心血亦明显高于耳血。

表1 不同血源最高增粘率比较

Table 1. Comparison between max. viscosity enhancement of blood from various sources

血 源 Source	例 数 No.	血 粘 度 viscosity	最高增粘率% Max. Viscosity enhancement rate
不同剂量 Different dose	Heart 23(心) Ear 25(耳)	6.49 5.60	27.36 10.89
4 GY	Heart 5(心) Ear 18(耳)	6.88 5.57	45.35 11.17
2 GY	Heart 6(心) ear 7(耳)	6.13 5.69	31.15 22.98

表2 不同血源高峰呈现时间

Table. 2 High viscous peak time for different source of blood

血 源 Source	例 数 No.	高峰呈现率 peak appear rate (%)			
		1	3	6	other (day)
heart(心)	23	26.09	47.83	17.39	8.7
ear (耳)	25	44	36	12	8

表3 高低增速对照后血粘度的影响

Table. 3 The influence of high and low shearing rate on the blood viscosity at after irradiation.

照射剂量 Rad. dose	增 速 Share rates	正 常 Normal	照后时间(日) Time after radiation (day)				
			4 h	1	3	6	10
6 GY	high	4.19±0.90	4.70±1.32	4.13±0.90	5.32±0.90	3.05±0.01	
	10 w	8.12±0.80	10.79±0.80	9.86±0.56	9.14±0.11	7.31±0.86	
8 GY	high	5.56±0.11		6.21±1.15	6.60±1.86	7.28±1.45	5.36±1.56
	10 w	7.2±0.88	7.41±2.2	9.36±2.21	10.98±1.98	12.68±2.5	7.87±2.67

(4) 高粘峰呈现时间不同 表2显示了74—80%的照射兔高峰出现时间在三天之内,其中心血较集中于照后三天,耳血较集中于照后一天,这可能与周围血管中血球易产生径向迁移现象

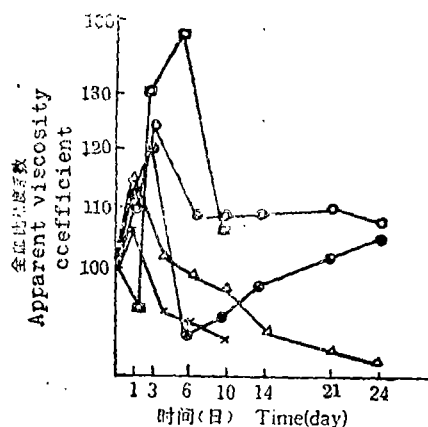


图 5 不同动物照后全血比粘度变化
Fig. 5 Apparent Viscosity Change in different animal after ir radiation

- 小鼠(Mouse)
●兔(Rabbit) 周血 periphery blood
△犬(Dog)
○兔(rabbit) 心血Heart blood
×犬(Dog)

鼠百分值最大,其次是家兔、再其次是狗。对于狗除个别情况外,大多数高粘发生时间较兔早而短暂,无论是 2.5 Gy, 还是 3. Gy 的照射都仅见照后 4 小时有变化,这些现象提示了不同动物照后全血粘度变化,既有一致的高粘,又有种属与个体的差异,指示人们进行血液流变应用与研究时,务必注意这些影响。

讨 论

1. 由图 1 可见辐射后家兔全血比粘度呈现双向性变化的特点, 1~14 天的高粘相, 和 14 天~30 天的低粘相, 其中以照后第三天值为最高。且随剂量的增加呈正比的上升。图 2 曲线由二条斜率不同的直线组成。在 1~4 Gy 的范围内, 随着照射量的增加粘度增加, 照射量在 4 Gy 一后的变化反不如前高, 由于辐射后全血粘度的特点不仅发生于家兔, 亦发生于小鼠, 与狗的全血。并与一般疾病仅发生单相的变化不多。故这种变化可谓是放射病的特点。根据现代中医理论, 瘀症必具血液流变的异常^[7]。那末上述高粘现象, 初步证实了辐射机体确持有瘀症的特点, 符合以往本实验室应用活血化瘀治疗方案治疗中重度急性放射病早期高凝状态的原则。

2. 实验证明辐射后的全血粘度与一般非牛顿型流体的粘度一样, 严重的依赖于增变率的变化, 其中以低增变速率 1/100 秒的转速较高于 1/100 秒的转速为好。1/100 秒的增变速率是与国产锥板粘度计比较而言。

实验也证实了不同部位血源的全血比粘度变化不同, 一般来说辐射后的兔心血高粘发生率比耳血大 27.48%, 高粘峰值比耳血高出 16%, 高粘峰呈现时间比较集中, 主要发生于照后第三天, 而耳血比较分散。凡此现象均证明周血的高粘反应不如心血敏感。如果进行周血测定时, 则需考虑实际的粘度应比测定数高。

至于高粘变化受那些因素影响, 尚待进一步研究。

有关^[6]。

4. 不同增速对表观比粘度的变化

由于血液是一种非牛顿型粘度的流体, 所以表观粘度与增速之间有一定的依赖关系, 即随着增变率的减低全血表观粘度呈反比的增高。用毛细管粘度计高低二档增速测定同一样品, 观察增速对辐射全血粘度的影响。测定结果发现辐射全血粘度与一般粘度一样, 严重依赖增变力的影响。低增速粘度大, 高增速粘度小。从表 4 可见低增速对血液粘度的反应比高增速敏感, 整个病程高增速都无意义, 而低增速的第 1、第 3 天粘度却都有统计意义, P 值小于 0.01。

5. 不同动物照后表观粘度的变化

实验分别给予狗 2.65 Gy 和 3 Gy, 兔 4 Gy 以及小鼠 8 Gy 的照射, 观察他们照后全血表观比粘度的变化, 结果发现它们照后比粘度变化类同, 早期都有一个高粘峰, 之后进入低粘, 关于高峰的小

参 考 文 献

- [1] 程极济, 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, 203~248 (1981).
- [2] Ambrose E. J. "cell electrophoresis" Churchill London 1965.
- [3] Sato C. Changes in electrophoretic mobility of cultured cell after X-irradiation and their modification by SH- blocking agents and hemagglutinin. 1974 Rad. Res. 60 506~515.
- [4] 李素云, 细胞电泳方法及对红细胞电泳的研究, "核防护"(4) 25~32 (1978);
- [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 1~75(1981).
- [6] 阎小天, 心血管血液流变学. 计量出版社3: 25~77(1984).
- [7] 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).

(稿件收到日期:1986 年1月 27 日)

STUDIES ON HEMORHEOLOGICAL EFFECTS OF RADIATION AND THE REGULARITY OF BLOOD VISCOSITY CHANGE IN ANIMALS AFTER IRRADIATION

Ye Shu hua Wang Xinli

(Shanghai Medical University, Shanghai Institute of Radiation Medicine)

ABSTRACT SUMMARY. In this paper, our investigation results shown that the main characteristics of hemorheology effects were two-way change in blood viscosity, after whole body ir radiation for once with large dose ——first increase and then decrease.

With the developement of radiation damage, there was a ea viscosity in eayly period with an average value which was 47.84% higher than that before ir radiation. But it varied with differences in sources of animals, radiation doses, shear stress rate, and souyce of blood

KEY WORDS Hemorheology; Blood viscosity; Apparent viscosity.