

长期低剂量率 γ 线照射对狗睾丸的效应 及其停照后恢复的动态规律

韩国馨 叶宝林 贾福星 温泉法

(海军医学研究所, 上海)

摘要 1.78 mGy/d 和 4.27 mGy/d γ 线连续三年照射狗的结果表明, 睾丸的剂量率效应要比累积剂量的效应更明显; 1.78 mGy/d 照射三年、累积剂量达 1.314 Gy 对狗的睾丸未产生影响; 4.27 mGy/d 照射 6 个月、累积剂量仅 0.472 Gy 时对狗的睾丸即产生了明显的效应。停照后 6 个月睾丸的损伤开始恢复, 精子形态恢复较快, 精子数量的恢复过程具有长期性和波动性。

关键词 低剂量率照射, 精子, 睾丸的损伤和恢复, 剂量率效应

前 言

性腺是电离辐射的敏感器官之一。据报道, 长期照射时睾丸的辐射敏感性比急性照射时的高^[1]。因此, 研究低剂量率长期照射对睾丸的影响更为重要, 尤其是对了解和研究长期职业性照射对人的性腺损伤更具有实际意义。本文研究了三年低剂量率 ^{60}Co γ 线外照射对狗睾丸的效应及其停照后三年期间恢复的动态规律, 为研究和制订电离辐射防护标准以及评价小剂量、低剂量率受照人员的健康状况提供生物学依据。

实验材料和方法

(1) 实验动物 实验用 30 条雄性杂种狗, 年龄 2~3 岁, 体重 11.6~14.9 kg。随机分为甲、乙和对照组, 每组 10 条狗。

(2) 照射条件 甲、乙两组狗用两个 $3.3 \times 10^{10} \text{Bq}$ 的 ^{60}Co γ 源对角照射, 每天照射 6~7 小时, 每周照射 5 天, 连续照射三年。各组狗的平均日剂量率和三年总累积剂量见下表。

Tab 1. The average daily dose rates and accumulated doses of each group

Groups	Average daily dose rates (mGy)	Accumulated doses (Gy)
Group A	4.27	3.152 ± 0.192
Group B	1.78	1.314 ± 0.078
Control	0	0

(3) 观察指标 精子计数: 照射期间每月、停照后每 2~3 个月用计数红血球的方法计数 1 次精液中的精子数, 以个/ml 表示。(2) 照射期间和停照后每 3 个月检查 1 次畸形(包括大头、小头、颈膨、双尾和多尾)精子数, 用精液涂片、染色后计数 200 个精子中的畸形精子数, 以%表示。(3) 生殖能力: 受照射的雄

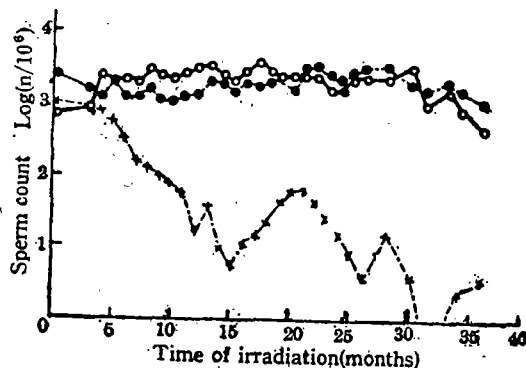


Fig 1. Changes in sperm count during the period of irradiation

○ Control group, × Group A, ● Group B,

狗与未受照射的正常雌狗配对交配, 观察受孕率和仔狗生长发育情况。

实验结果

1. 照射期间

(1) 精子计数 甲组狗的精子计数从照射的第6个月(累积剂量为0.472 Gy)开始明显减少, 与其它两组和自身照前值比较均有显著差异($P < 0.05$), 以后呈进行性减少(见图1), 到停照时该组狗的精子计数平均只有 0.0375×10^8 个/ml(为照前正常值的0.35%)。乙组狗的精子计数在整个照射期间波动不大, 与对照组和自身照前正常值比较均无明显差异($P > 0.05$)。

(2) 畸形精子 甲组狗畸形精子从照射的第3~6个月(累积剂量为0.233~0.472 Gy)开始明显增加(见图2), 与另两组和自身照前值比较差异显著($P < 0.05$)。照射到21个月后, 由于精子过少无法检查。乙组和对照组狗的畸形精子都在一定范围内波动。

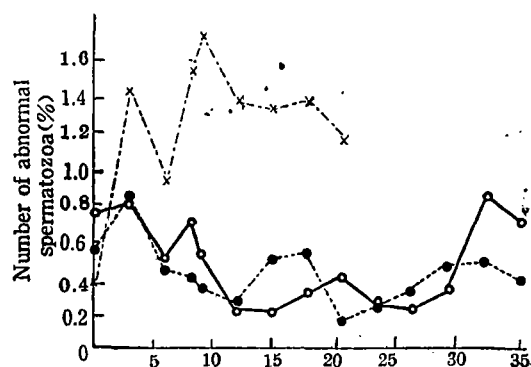


Fig 2. Changes in the number of abnormal spermatozoa during the period of irradiation

○ Control group, × Group A, ● Group B.

2. 三年观察期间

(1) 精子计数 甲组狗的精子计数, 停照后3个月与停照时比较相差不大(图3), 停照后6个月已增加到 2.69×10^8 个/ml(为照前正常值的25.22%、为停照时的70.87倍), 明显高于停照

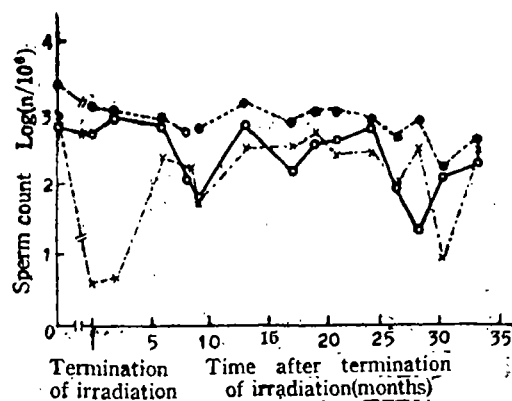


Fig 3. Changes in sperm count after termination of irradiation

○ Control group, × Group A, ● Group B.

(3) 生殖能力 照射到27个月(累积剂量: 甲组为2.419 Gy; 乙组为1.01 Gy)时, 甲、乙组各3条雄狗与未受照射的正常雌狗配对交配, 受孕率: 甲组为2/3; 乙组为3/3。所生仔狗均无畸形, 生长发育良好, 目前仔狗已经7岁, 未见异常, 对部分仔狗仍在观察中。

三年连续照射的结果表明: 受1.78 mGy/d照射的狗, 精子生成未受影响; 而受4.27 mGy/d照射的狗, 精子生成明显受抑制、原发性畸形精子明显增加, 说明该组狗的睾丸受到了一定程度的损伤, 但照射到27个月时仍有生殖能力。

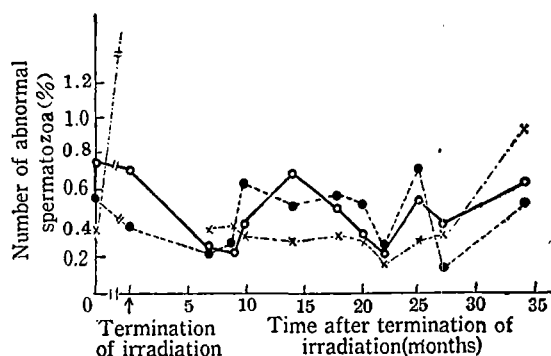


Fig 4. Changes in the number of abnormal spermatozoa after termination of irradiation

○ Control group, × Group A, ● Group B.

时($P<0.05$),仍低于照前正常值($P<0.05$),但与对照组比较无显著差异($P>0.05$),停照6个月以后呈波动性变化,到停照33个月时已恢复到 $3.1\times 10^8/\text{ml}$ (为照前正常值的29%、为停时的81倍)*。乙组和对照组狗的精子计数,停照后三年期间均呈波动性减少(图3),停照后33个月分别为各自照前正常值的16.70%和29.21%。三组间比较,停照6个月以后均无明显差异($P>0.05$)。

(2) 畸形精子 甲组狗的畸形精子,停照后6个月已经明显减少,与照前正常值和对照组比较均无显著差异($P<0.05$),以后都在正常值范围波动(图4)。乙组和对照组狗的畸形精子,停照后三年期间仍在正常值范围波动。三组间比较,停照6个月以后均无显著差异($P>0.05$)。

(3) 生殖能力 停照后进行过两次交配实验,因雌狗发情期短而未成功。

停照后三年动态观察的结果表明:甲组狗的睾丸在照射期间产生的损伤是可逆的,停照后6个月开始恢复,精子形态学的变化恢复较快而且完全,精子数量开始恢复的时间也较早,但三年观察期间尚未恢复到照前正常值水平。乙组和对照组狗的精子计数随观察时间的延长(动物年龄的老化)而呈波动性减少。

讨 论

放射生物学的研究表明,睾丸对电离辐射很敏感。有人认为射线引起睾丸的损伤出现得较早,其程度也较严重^[2]。但是照射的剂量率不同,效应或损伤的程度也不同。本文采用两种剂量率照射,产生了两种不同的结果:1.78 mGy/d照射的狗,三年累积剂量达1.314 Gy,精子生成未受影响,而4.27 mGy/d照射的狗,照射到6个月,累积剂量仅为0.472 Gy时精子数明显减少、原发性畸形精子明显增加,这表明该组的睾丸受到了一定的损伤。这一结果说明剂量率的生物效应要比累积剂量的生物效应更明显。而且表明射线对睾丸的效应或损伤存在阈值,在1.78 mGy/d到4.27 mGy/d之间。据报道,2.0 mGy/d照射时,累积剂量为1.25 Gy,狗的游动精子数有下降趋势^[3];3.4 mGy/d照射,累积剂量为0.8~1.0 Gy,狗的精子计数明显减少^[4];分次或连续照射使狗不育的剂量阈值在1.2 mGy/d到6.0 mGy/d之间^[5]。因此,在低剂量率或小剂量连续照射时,应尽可能降低照射的剂量率,特别注意对性腺的防护。

(2) 关于小剂量照射对睾丸的远期效应和损伤修复的动力学变化的研究报道并不多见。本文对受4.27 mGy/d照射的狗在停照后三年的观察表明,睾丸损伤后开始恢复的时间较早,停照后6个月畸形精子已减少到正常值范围,精子计数已恢复到对照组水平。这说明精子质量恢复较快,但精子数量的恢复尚不充分。未受照射的对照组和照射期间精子生成无明显变化的乙组狗,精子计数随动物年龄的增加(观察结束时已8~9岁)也呈波动性减少,说明甲组狗的精子计精数未恢复到照前正常值,除照射的因素外也与狗的年龄老化有关,这与文献报道是一致的^[6]。不同的动物或人,受不同剂量率的照射,其睾丸损伤的恢复不尽相同。吴聘等对猕猴的观察表明:8.0 mGy/d照射三年,停照后睾丸的恢复较慢,需2~3年^[7]。刘力群等报道了4名事故照射人员的资料,其中受1.47 Gy和0.55 Gy照射2例,精子计数均在照后12个月开始恢复,受0.55 Gy照射的1例,照后2年精子计数恢复正常,而受1.47 Gy照射者恢复很慢^[8]。从我们的实验结果和上述报道可见,长期低剂量率或一次小剂量照射后,睾丸恢复过程的长期性和波动性,这对评价职业放射性工作者睾丸受照后的远期效应及动力学变化具有一定意义。

* 停照后36个月时所获标本数较少,未予统计。

参 考 文 献

- [1] H. I. Popescu and I. Lancranjan, I. Health Phys., 28(5), 567 (1975).
[2] 中国科学院生物物理研究所小剂量效应协作组, 中国科学, 6, 592 (1980).
[3] Н. Л. Федорова и Б.А. Маркедов, Радиобиол., 11 (1), 120 (1971).
[4] Н. Л. Федорова, Радиобиол. 16 (5), 727 (1976).
[5] «辐射防护通讯»编辑组, 电离辐射: 辐射源与生物效应 —UNSCEAK—1982年报告 831(1982).
[6] Н. Л. Федорова и Б.А. Маркедов, Радиобиол., 19(1), 81 (1979).
[7] 吴骋, 王又明, 陈小衡, 柳青梅, 中国科学 1,39 (1982).
[8] 刘力群等, 中华放射医学与防护杂志, 4(2), 20(1984).

(稿件收到日期:1987 年 5 月 1 日)

EFFECTS OF LONG TERM γ -IRRADIATION AT LOW DOSE RATE ON THE TESTES OF DOGS AND KINETICS OF RECOVERY POST-IRRADIATION

Han Guoxin, Ye Baolin and Jia Fuxing
(The Naval Medical Research Institute, Shanghai)

ABSTRACT The results in two groups of dogs continuously exposed to γ -rays at 1.78 mGy/day and 4.27 mGy/day for 3 years indicated that the effect of dose rate on the testes was more obvious than that of accumulated dose: in the dogs irradiated with 1.78 mGy/day for 3 years, the testes were unaffected when the accumulated dose reached 1.314 Gy; in the dogs irradiated with 4.27 mGy/day for 6 months, the testes were caused obvious effects when the accumulated dose only reached 0.497 Gy.

The damage of the testes began to recover 6 months after the termination of irradiation, morphology of sperm returned soon and completely to normal, quantitative restoration of sperm was characteristic of long-term and fluctuation.

KEY WORDS Irradiation of low dose rate, Sperm, Damage and recovery of testes, Effect of dose rate,