



การวิเคราะห์โครโมโซมของผู้ป่วย ศึกษาจากเซลล์เม็ดเลือดขาวที่เลี้ยงให้อยู่ใน
ระยะเมตาเฟส 100 เซลล์

ผู้ป่วยคนที่ 1 อายุ 36 ปี

พบว่าโครโมโซมที่หักในผู้ป่วยก่อนได้รับรังสี
มีเพียง 3 เบอร์ เช่น การหักของโครโมโซมจะเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น
การหักของโครโมโซมแบบ chromatid break หรือ chromatid gap มีมากกว่าการหัก
ของโครโมโซมแบบ chromosome break หรือ chromosome gap การหักของโครโมโซม
กลุ่ม C พบได้มากกว่าในโครโมโซมกลุ่มอื่น

โครโมโซมที่มีลักษณะผิดปกติ เช่น dicentric chromosome, acentric
chromosome และ ring chromosome จะไม่พบในผู้ป่วยก่อนรับรังสีพบ dicentric
chromosome ในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads และมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับ
ปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ส่วน ring chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสีขนาด 800
และ 3,200 rads acentric chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 400 rads
ขึ้นไป

ในผู้ป่วยนี้เมื่อได้รับปริมาณรังสี 4,000 rads จะไม่พบเซลล์เม็ดเลือดขาว
เจริญเลย เมื่อรวบรวมโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด พบว่าโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดจะมี
จำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับรังสีในปริมาณมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 8.

ตารางที่ 8 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติในผู้ป่วยที่ 1

ผู้ป่วยคนที่ 1 ขนาดของ รังสี (rads)	จำนวน เมททอสเฟส	chromatid break or gap							chromosome break or gap							จำนวน โครโมโซม หัก %	จำนวน ring %	จำนวน dicentric %	จำนวน acentric %	จำนวน โครโมโซม ที่ผิดปกติ %
		กลุ่มโครโมโซม							กลุ่มโครโมโซม											
		A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G					
0	100	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
200	100	2	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	8	0	5	0	13
400	100	1	2	5	2	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	15	0	6	2	23
800	100	2	5	6	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	16	1	10	4	31
1600	100	3	3	6	0	1	0	0	3	2	2	0	0	0	0	20	0	12	4	36
3200	100	3	3	6	1	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	22	1	12	4	39
* 4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* ไม่มีเซลล์เมกเลอคาราเจริญ เมื่อได้รับปริมาณรังสี 4,000 rads

+ ไข่ได้ทำการหิมชันหาหลังจากล้าง

ผู้ป่วยคนที่ 2 อายุ 38 ปี

โครโมโซมที่หักในผู้ป่วยก่อนได้รับรังสี มีเพียง 3 เปอร์เซ็นต์ การหักของโครโมโซมจะเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นการหักของโครโมโซมแบบ chromatid break หรือ chromatid gap มีมากกว่าการหักของโครโมโซมแบบ chromosome break .chromosome gap. การหักของโครโมโซมกลุ่ม C พบได้มากกว่าในโครโมโซมกลุ่มอื่น

โครโมโซมที่มีลักษณะผิดปกติ เช่น dicentric chromosome , acentric chromosome และ ring chromosome จะไม่พบในผู้ป่วยก่อนรับรังสีพบ dicentric chromosome ในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads และมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ส่วน ring chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสีขนาด 3,200 rads acentric chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads ขึ้นไป

ในผู้ป่วยนี้เมื่อได้รับปริมาณรังสี 4,000 rads จะไม่พบเซลล์เม็ดเลือดขาวเจริญเลย เมื่อรวบรวมโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด พบว่าโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดจะมีจำนวนเพิ่มขึ้น เมื่อผู้ป่วยได้รับรังสีในปริมาณมากขึ้น (ดังแสดงในตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติในผู้ป่วยที่ 2

ผู้ป่วยคนที่ 2 ขนาดของ รังสี(rads)	จำนวน เมตคาเฟส	chromatid break or gap								chromosome break or gap								จำนวน โครโมโซม หัก %	จำนวน ring %	จำนวน dicentric %	จำนวน acentric %	จำนวน โครโมโซม ที่ผิดปกติ %	จำนวน ผิดปกติ 1x10 ³ / _%
		A	B	กลุ่มโครโมโซม				A	B	กลุ่มโครโมโซม													
0	100	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	3	5,10	
200	100	1	3	4	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	11	0	4	1	16	+		
400	100	2	3	3	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	11	0	10	3	24	+		
800	100	1	2	4	1	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	15	0	10	3	28	+		
1600	100	1	4	6	0	0	0	0	1	4	3	0	0	0	0	19	0	11	4	34	5,00		
3200	100	3	4	6	0	0	0	0	2	2	3	0	0	0	0	20	1	13	5	39	4,90		
* 4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,00		

* ไม่มีเซลล์เม็กเลือกขาวเจริญ เมื่อได้รับปริมาณรังสี 4,000 rads

+ 7% ของจำนวนเซลล์เม็กเลือกขาว

ผู้ป่วยคนที่ 3 อายุ 25 ปี

พบว่าโครโมโซมที่หักในผู้ป่วยก่อนได้รับรังสี มีเพียง 6 เปอร์เซนต์ การหักของโครโมโซมจะเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น การหักของโครโมโซมแบบ chromatid break หรือ chromatid gap มีมากกว่าการหักของโครโมโซมแบบ chromosome break หรือ chromosome gap การหักของโครโมโซมกลุ่ม C พบได้มากกว่าในโครโมโซมกลุ่มอื่น

โครโมโซมที่มีลักษณะผิดปกติ เช่น dicentric chromosome acentric chromosome และ ring chromosome จะไม่พบในผู้ป่วยก่อนรับรังสี พบ dicentric chromosome ในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads และจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ส่วน ring chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสีขนาด 3,200 rads และ 4,000 rads acentric chromosome ในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 400 rads ขึ้นไป

เมื่อรวบรวมโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด พบว่าโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับรังสีในปริมาณมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติในผู้ป่วยคนที่ 3

ผู้ป่วยคนที่ 3 ขนาดรังสี (rads)	จำนวน เมตตาเฟส	chromatid break or gap							chromosome break or gap							จำนวน โครโมโซม หัก %	จำนวน ring %	จำนวน dicentric %	จำนวน acentric %	จำนวน โครโมโซม ที่ผิดปกติ %
		กลุ่มโครโมโซม							กลุ่มโครโมโซม											
		A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G					
0	100	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
200	100	2	2	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	8	0	4	0	12
400	100	2	3	3	2	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	14	0	10	1	25
800	100	0	2	4	1	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	11	0	11	3	25
1600	100	2	3	6	0	1	0	0	1	3	4	1	0	0	0	21	0	8	4	33
3200	100	2	5	6	2	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	21	1	10	2	34
4000	100	2	5	6	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	17	1	12	4	34

+ . ยี่สิบสี่พันหนึ่งจี่ นานหนึ่งร้อยดษา.



ผู้ป่วยคนที่ 4 อายุ 30 ปี

พบว่าโครโมโซมที่หักในผู้ป่วยก่อนได้รับรังสี มีเพียง 3 เปอร์เซนต์ การหักของโครโมโซมจะเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น การหักของโครโมโซมแบบ chromatid break หรือ chromatid gap มีมากกว่าการหักของโครโมโซมแบบ chromosome break หรือ chromosome gap การหักของโครโมโซมกลุ่ม C พบได้มากกว่าในโครโมโซมกลุ่มอื่น

โครโมโซมที่มีลักษณะผิดปกติ เช่น dicentric chromosome, acentric chromosome และ ring chromosome จะไม่พบในผู้ป่วยก่อนรับรังสี จะพบ dicentric chromosome ในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads และมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ส่วน ring chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสีขนาด 1,600 rads acentric chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 400 rads ขึ้นไป

ในผู้ป่วยนี้เมื่อได้รับปริมาณรังสี 4,000 rads จะไม่พบเซลล์เม็ดเลือดขาวเจริญเลย เพื่อรวบรวมโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด พบว่าโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับรังสีในปริมาณมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติในผู้ป่วยคนที่ 4

ผู้ป่วยคนที่ 4 ขนาดรังสี (rads)	จำนวน เมตาเฟส	chromatid break or gap							chromosome break or gap							จำนวน โครโมโซม ที่หัก %	จำนวน ring %	จำนวน dicentric %	จำนวน acentric %	จำนวน โครโมโซม ที่ผิดปกติ %
		กลุ่มโครโมโซม							กลุ่มโครโมโซม											
		A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G					
0	100	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
200	100	1	2	3	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	9	0	4	0	13
400	100	1	3	5	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	14	0	8	3	25
800	100	0	2	3	4	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	15	0	11	4	30
1600	100	2	5	5	0	0	0	0	1	3	2	0	0	0	0	18	1	10	4	33
3200	100	2	4	6	1	1	0	0	1	4	5	0	0	0	0	24	0	12	3	39
*4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* ไม่มีเซลล์เมกเล็อกจากไขกระดูก เมื่อได้รับปริมาณรังสี 4,000 rads

+ ไม่มีการนับจำนวนเซลล์เลือดขาว.

ผู้ป่วยคนที่ 5 อายุ 34 ปี

พบว่าโครโมโซมที่หักในผู้ป่วยก่อนได้รับรังสี มีเพียง 3 เปอร์เซนต์ การหักของโครโมโซมจะเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น การหักของโครโมโซมแบบ chromatid break หรือ chromatid gap มีมากกว่าการหักของโครโมโซมแบบ chromosome break หรือ chromosome gap การหักของโครโมโซมกลุ่ม c พบได้มากกว่าในโครโมโซมกลุ่มอื่น

โครโมโซมที่มีลักษณะผิดปกติ เช่น dicentric chromosome, acentric chromosome และ ring chromosome จะไม่พบในผู้ป่วยก่อนรับรังสี จะพบ dicentric chromosome ในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads และมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ส่วน ring chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสีขนาด 800 rads acentric chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads ขึ้นไป

เมื่อรวบรวมโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด พบว่าโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับรังสีในปริมาณมากขึ้น กังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติในผู้เฒ่าคนที่ 5

ผู้เฒ่าคนที่ 5 ขนาดรังสี (rads)	จำนวน เมตาเฟส	chromatid break or gap								chromosome break or gap								จำนวน โครโมโซม ที่หัก %	จำนวน ring %	จำนวน dicentric %	จำนวน acentric %	จำนวน โครโมโซม ที่ผิดปกติ %
		กลุ่มโครโมโซม								กลุ่มโครโมโซม												
		A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G							
0	100	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3		
200	100	1	2	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	8	0	2	1	11		
400	100	2	3	3	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	13	0	10	3	26		
800	100	1	2	3	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	10	1	12	4	27		
1600	100	2	4	6	0	0	0	0	1	3	4	1	0	0	0	21	0	10	3	34		
3200	100	3	5	6	1	0	0	0	1	3	2	0	0	0	0	21	0	12	4	37		
4000	100	2	3	6	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	17	0	13	4	33		

+ หมายเหตุ จำนวนนี้รวมจำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติด้วย

ผู้ป่วยคนที่ 6 อายุ 32 ปี

พบว่าโครโมโซมที่หักในผู้ป่วยก่อนได้รับรังสี มีเพียง 1 เปอร์เซ็น การหักของโครโมโซมจะเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น การหักของโครโมโซมแบบ chromatid break หรือ chromatid gap มีมากกว่าการหักของโครโมโซมแบบ chromosome break หรือ chromosome gap การหักของโครโมโซมกลุ่ม c พบได้มากกว่าในโครโมโซมกลุ่มอื่น

โครโมโซมที่มีลักษณะผิดปกติ เช่น dicentric chromosome, acentric chromosome และ ring chromosome จะไม่พบในผู้ป่วยก่อนรับรังสี จะพบ dicentric chromosome ในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads และมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ส่วน ring chromosome จะไม่พบในผู้ป่วยรายนี้เลยไม่ว่าจะได้รับปริมาณรังสีขนาดใด acentric chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads ขึ้นไป

ในผู้ป่วยนี้เมื่อได้รับปริมาณรังสี 4,000 rads จะไม่พบเซลล์เม็ดเลือดขาวเจริญเลย เมื่อรวบรวมโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด พบว่าโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับรังสีในปริมาณมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติในผู้ป่วยคนที่ 6

ผู้ป่วยคนที่ 6 ขนาดของ รังสี (rads)	จำนวน เมตาเฟส	chromatid break or gap							chromosome break or gap							จำนวน โครโมโซม ที่หัก %	จำนวน ring %	จำนวน dicentric %	จำนวน acentric %	จำนวน โครโมโซม ที่ผิดปกติ %
		กลุ่มโครโมโซม							กลุ่มโครโมโซม											
		A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G					
0	100	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
200	100	1	1	2	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	8	0	3	1	12
400	100	1	3	4	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	11	0	7	3	21
800	100	2	3	5	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	16	0	10	3	29
1600	100	2	3	6	1	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	20	0	10	4	34
3200	100	2	5	6	1	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	21	0	14	4	39
*4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* ไม่มีเซลล์เมกเลอคาราเจริญ เมื่อได้รับปริมาณรังสี 4,000 rads

+ ไม่ได้ทำการฝังชิ้นเนื้อเมตาเฟส

ผู้ป่วยคนที่ 7 อายุ 40 ปี

พบว่าโครโมโซมที่หักในผู้ป่วยก่อนได้รับรังสี มีเพียง 2 เปอร์เซ็น การหักของโครโมโซมจะเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น การหักของโครโมโซมแบบ chromatid break หรือ chromatid gap มีมากกว่าการหักของโครโมโซมแบบ chromosome break หรือ chromosome gap การหักของโครโมโซมกลุ่ม C พบได้มากกว่าในโครโมโซมกลุ่มอื่น

โครโมโซมที่มีลักษณะผิดปกติ เช่น dicentric chromosome, acentric chromosome และ ring chromosome จะไม่พบในผู้ป่วยก่อนรับรังสี จะพบ dicentric chromosome ในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads และมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ส่วน ring chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 1,600 rads acentric chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads ขึ้นไป

ในผู้ป่วยนี้ เมื่อได้รับปริมาณรังสี 4,000 rads จะไม่พบเซลล์เม็ดเลือดขาวเจริญเลย เมื่อรวบรวมโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด พบว่าโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับรังสีในปริมาณมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติในผู้เฒ่าคนที่ 7

ปริมาณรังสี ขนาดของ รังสี (rads)	จำนวน เมตาเฟส	chromatid break or gap							chromosome break or gap							จำนวน โครโมโซม ที่หัก %	จำนวน ring %	จำนวน dicentric %	จำนวน acentric %	จำนวน โครโมโซม ที่ผิดปกติ %	จำนวน เม็ดเลือด เซลล์/ ลบ
		กลุ่มโครโมโซม							กลุ่มโครโมโซม												
		A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G						
0	100	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	6,330
200	100	1	2	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	3	0	4	2	15	+
400	100	1	3	3	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	12	0	10	3	25	+
800	100	2	3	4	1	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	18	0	11	2	28	+
1600	100	2	2	5	2	1	0	0	1	2	3	0	0	0	0	18	1	11	3	33	5,900
3200	100	2	4	6	0	0	0	0	1	3	5	0	0	0	0	21	0	13	3	37	4,800
* 4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,100

* ไม่มีเซลล์เม็ดเลือดขาวเจริญ เมื่อได้รับปริมาณรังสี 4,000 rads

+ ไม่ได้ทำการนับจำนวนเม็ดเลือดขาว.

ผู้ป่วยคนที่ 8 อายุ 37 ปี

พบว่าโครโมโซมที่หักในผู้ป่วยก่อนได้รับรังสี มีเพียง 4 เปอร์เซ็น การหักของโครโมโซมจะเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น การหักของโครโมโซมแบบ chromatid break หรือ chromatid gap มีมากกว่า การหักของโครโมโซมแบบ chromosome break หรือ chromosome gap การหักของโครโมโซมกลุ่ม C พบได้มากกว่าในโครโมโซมกลุ่มอื่น

โครโมโซมที่มีลักษณะผิดปกติ เช่น dicentric chromosome, acentric chromosome และ ring chromosome จะไม่พบในผู้ป่วยก่อนรับรังสี พบ dicentric chromosome ในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads และมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ส่วน ring chromosome จะไม่พบในผู้ป่วยรายนี้เลยไม่ว่าจะได้รับปริมาณรังสีขนาดใด acentric chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads ขึ้นไป

ในผู้ป่วยนี้เมื่อได้รับปริมาณรังสี 4,000 rads จะไม่พบเซลล์เม็ดเลือดขาวเจริญเลย เมื่อรวบรวมโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด พบว่าโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับรังสีในปริมาณมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติในผู้ป่วยคนที่ 8

ผู้ป่วยคนที่ 8 ขนาดของ รังสี (rads)	จำนวน เมตาเฟส	chromatid break or gap							chromosome break or gap							จำนวน โครโมโซม ที่หัก %	จำนวน ring %	จำนวน dicentric %	จำนวน acentric %	จำนวน โครโมโซม ที่ผิดปกติ %
		กลุ่มโครโมโซม							กลุ่มโครโมโซม											
		A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G					
0	100	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	4
200	100	1	1	2	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	8	0	4	1	13
400	100	2	3	4	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	13	0	8	2	23
800	100	2	4	5	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	17	0	8	3	28
1600	100	2	4	5	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	18	0	13	3	34
3200	100	2	4	4	1	1	0	0	1	3	3	0	0	0	0	19	0	13	5	37
*4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* ไม่มีเซลล์เมกเล็อกจากเจริญ เมื่อได้รับปริมาณรังสี 4,000 rads

* ไม่ได้ทำการสืบจำนวนเม็ดเลือดขาว.

ผู้ป่วยคนที่ 9 อายุ 42 ปี

พบว่าโครโมโซมที่หักในผู้ป่วยก่อนได้รับรังสี

มีเพียง 4 เปอร์เซ็นต์ การหักของโครโมโซมจะเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น การหักของโครโมโซมแบบ chromatid break หรือ chromatid gap มีมากกว่าการหักของโครโมโซมแบบ chromosome break หรือ chromosome gap การหักของโครโมโซมกลุ่ม c พบได้มากกว่าในโครโมโซมกลุ่มอื่น

โครโมโซมที่มีลักษณะผิดปกติ เช่น dicentric chromosome, acentric chromosome และ ring chromosome จะไม่พบในผู้ป่วยก่อนรับรังสี, จะพบ dicentric chromosome ในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads และมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อคนไข้ได้รับรังสีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วน ring chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสีขนาด 3,200 rads acentric chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads

เมื่อรวบรวมโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด พบว่าโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับรังสีในปริมาณมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติใน วันที่ 9

ขนาดของรังสี (rads)	จำนวนเมตาเฟส	chromatid break or gap								chromosome break or gap								จำนวนโครโมโซมที่หัก %	จำนวน ring %	จำนวน dicentric %	จำนวน acentric %	จำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติ %
		กลุ่มโครโมโซม								กลุ่มโครโมโซม												
		A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G						
0	100	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4		
200	100	2	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	8	0	6	1	15			
400	100	3	3	4	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	13	0	7	2	22			
800	100	3	2	4	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	14	0	10	4	28			
1600	100	2	3	4	2	2	0	0	2	2	1	0	0	0	18	0	14	4	36			
3200	100	3	4	2	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	14	1	12	3	30			
4000	100	2	5	6	0	0	0	0	2	3	3	0	0	0	22	0	12	2	36			

† ไม่มีข้อมูลจำนวนเซลล์ที่รอดตาย.

ผู้ป่วยคนที่ 10 อายุ 31 ปี

พบว่าโครโมโซมที่หักในผู้ป่วยก่อนได้รับรังสี

มีเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ การหักของโครโมโซมจะเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น การหักของโครโมโซมแบบ chromatid break หรือ chromatid gap มีมากกว่าการหักของโครโมโซมแบบ chromosome break หรือ chromosome gap การหักของโครโมโซมกลุ่ม c พบได้มากกว่าในโครโมโซมกลุ่มอื่น

โครโมโซมที่มีลักษณะผิดปกติ เช่น dicentric chromosome, acentric chromosome และ ring chromosome จะไม่พบในผู้ป่วยก่อนรับรังสี จะพบ dicentric chromosome ในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 200 rads และมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ส่วน ring chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 800 rads acentric chromosome พบในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสีขนาด 200 rads ขึ้นไป

เมื่อรวบรวมโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด พบว่าโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้รับรังสีในปริมาณมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติในผู้ป่วยคนที่ 10

ผู้ป่วยคนที่ 10 ขนาดของ รังสี (rads)	จำนวน เมตาเฟส	chromatid break or gap							chromosome break or gap							จำนวน โครโมโซม ที่หัก %	จำนวน ring %	จำนวน dicentric %	จำนวน acentric %	จำนวน โครโมโซม ที่ผิดปกติ %
		กลุ่มโครโมโซม							กลุ่มโครโมโซม											
		A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G					
0	100	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	5
200	100	1	2	3	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	3	0	4	1	14
400	100	1	2	3	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	11	0	9	2	22
800	100	0	2	3	4	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	15	1	11	3	30
1600	100	2	4	6	0	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	20	0	10	5	35
3200	100	2	4	5	1	1	0	0	0	2	4	1	0	0	0	20	0	12	5	37
4000	100	3	3	6	1	0	0	0	2	2	3	1	0	0	0	21	0	12	4	37

f. ไม่ใช้เทคนิคการนับจำนวนโครโมโซม

ตารางที่ 18 แสดงจำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดในปริมาณรังสีขนาดต่าง ๆ กัน
(ต่อ 100 เมตทาเฟส)

rads	คนที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	3	3	6	3	3	1	2	4	4	5
200	13	16	12	13	11	12	15	13	15	14
400	23	24	25	25	26	21	25	23	22	22
800	31	28	25	30	27	29	28	28	28	30
1600	36	34	33	33	34	34	33	34	36	35
3200	39	39	34	39	37	39	37	37	30	37
4000	-	-	34	-	33	-	-	-	36	37

ตารางที่ 19 แสดงจำนวนการหักของโครโมโซมทั้งหมดในปริมาณรังสีขนาดต่าง ๆ กัน
(ต่อ 100 เมตทาเฟส)

rads	คนที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	3	3	6	3	3	1	2	4	4	5
200	8	11	8	9	8	8	9	8	8	9
400	15	11	14	14	13	11	12	13	13	11
800	16	15	11	15	10	16	15	17	14	15
1600	20	19	21	18	21	20	18	18	18	20
3200	22	20	21	24	21	21	21	19	14	20
4000	-	-	17	-	17	-	-	-	22	21

จากข้อมูลที่ไค้ใ้ผู้ป่วยทั้ง 10 คน จะเห็นว่าไม่ค่อยมีความแตกต่างกัน เพราะฉะนั้นจึงถือว่าแต่ละคนเป็นจำนวนซ้ำของการวิจัย และเนื่องจากว่าผู้ป่วยแต่ละคนที่ได้รับการรักษาโรคมะเร็งด้วยรังสีนี้มีสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เหมือนกันคือ ผู้ป่วยทุกคนพักรักษาอยู่ในโรงพยาบาล ปริมาณรังสีที่ไ้รับมีปริมาณเท่ากัน

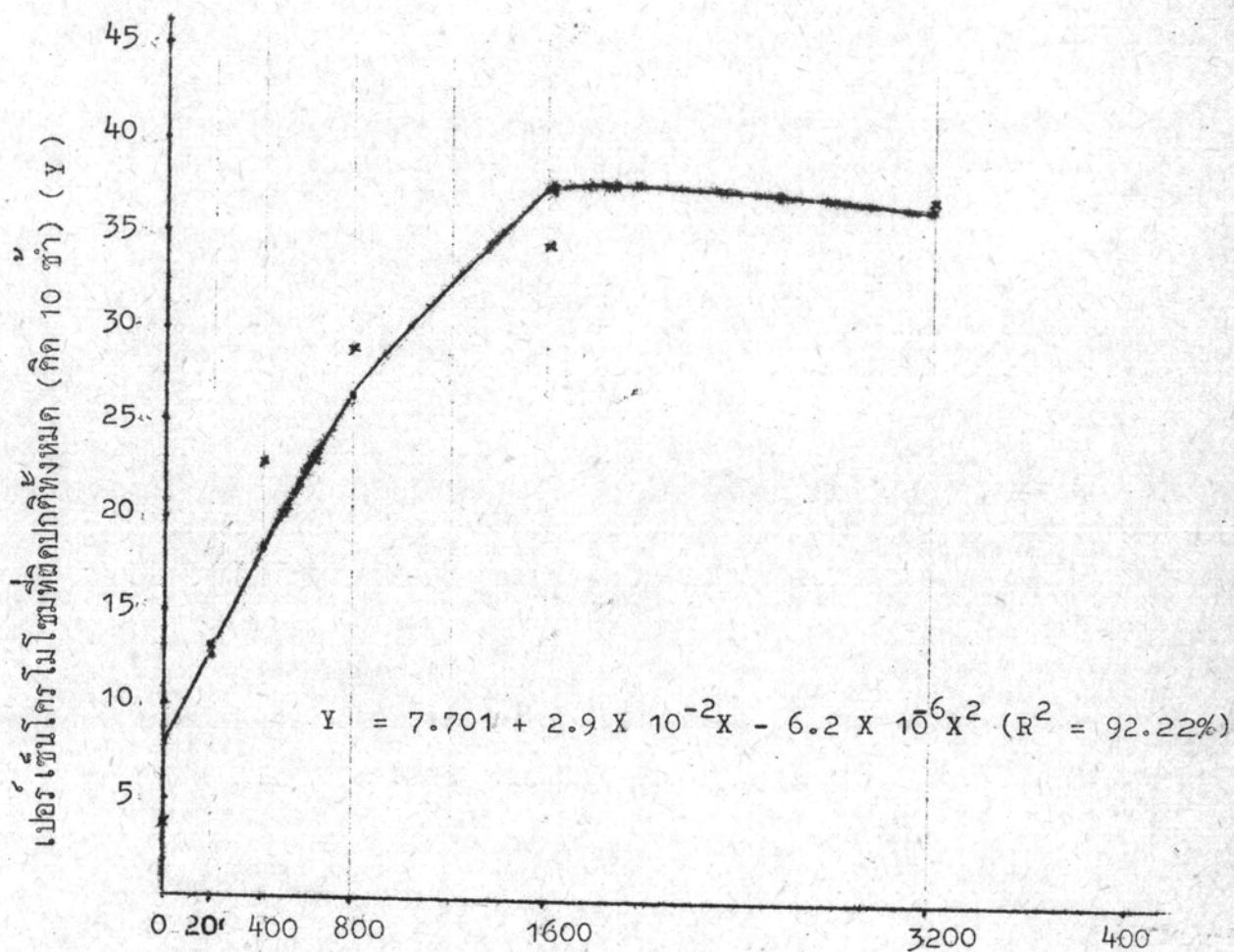
ผลการวิจัยเมื่อนำเอาจำนวนของโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดในผู้ป่วยที่ไ้รับปริมาณรังสีขนาดต่าง ๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 18 มาศึกษาทางสถิติ โดยคิด 2 ครั้ง ครั้งแรกคิดจากผู้ป่วยที่ไ้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 3,200 rads โดยคิดจาก 10 ซ้ำ (คนไข้ทั้งหมด 10 คน) และครั้งที่ 2 คิดจากผู้ป่วยที่ไ้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 4,000 rads โดยคิดจาก 4 ซ้ำ คือผู้ป่วยคนที่ 3, 5, 9 และคนที่ 10

เมื่อคิดจากผู้ป่วยที่ไ้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 3,200 rads ค่าเฉลี่ยของความผิดปกติของโครโมโซมทั้งหมดในแต่ละปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยไ้รับ (0, 200, 400, 800, 1,600, 3,200 rads) มีจำนวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยที่จำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดเมื่อผู้ป่วยไ้รับปริมาณรังสีขนาด 1,600 และ 3,200 rads มีจำนวนไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 20, 21

เมื่อคำนวณหาสหสัมพันธ์ของจำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดกับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยไ้รับ พบว่าจำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดมีสหสัมพันธ์ (correlation) กับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยไ้รับ โดยมีสมการรีเกรซชันแบบ quadratic regression,

$$Y = 7.701 + 2.9 \times 10^{-2}X - 6.2 \times 10^{-6}X^2 \quad (R^2 = 92.22\%)$$

ดังแสดงในรูปกราฟที่ 7)



รูปกราฟที่ 7 ขนาดรังสี (X) rads

X	Y	Y (cal)
0	3.4	7.702
200	13.4	13.211
400	23.6	18.223
800	28.4	26.752
1600	34.2	37.832
3200	36.8	36.079

ตารางที่ 20 แสดงจำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดในปริมาณรังสีขนาดต่าง ๆ ต่อ 100 เมตตาเฟส นำมาคำนวณหาค่าทางสถิติ

Analysis of Variance (คิดจากข้อมูลผู้ป่วย 10 คน ขนาดรังสีที่ได้รับ 0-3,200 rads)

Source of variation	D.F.	Sum of squares	mean squares	F-value
Total	59	133.064819		
Replication	9	0.3371211	0.0374579	
Treatments	5	130.03867	26.007735	435.23**
Error	45	2.6890217	0.05975603	

Coefficient of variation = 5.3 %

ตารางที่ 21 Table of Means (Averaged over 10 reps.)

Treatment no.	Treatment (rads)	Rank	Mean	DMRT*
1	0	1	3.4	a
2	200	2	13.4	b
3	400	3	23.6	c
4	800	4	28.4	d
5	1600	5	34.2	e
6	3200	6	36.8	e

ตัวเลขที่ตามท้ายด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นสำคัญ 95 %

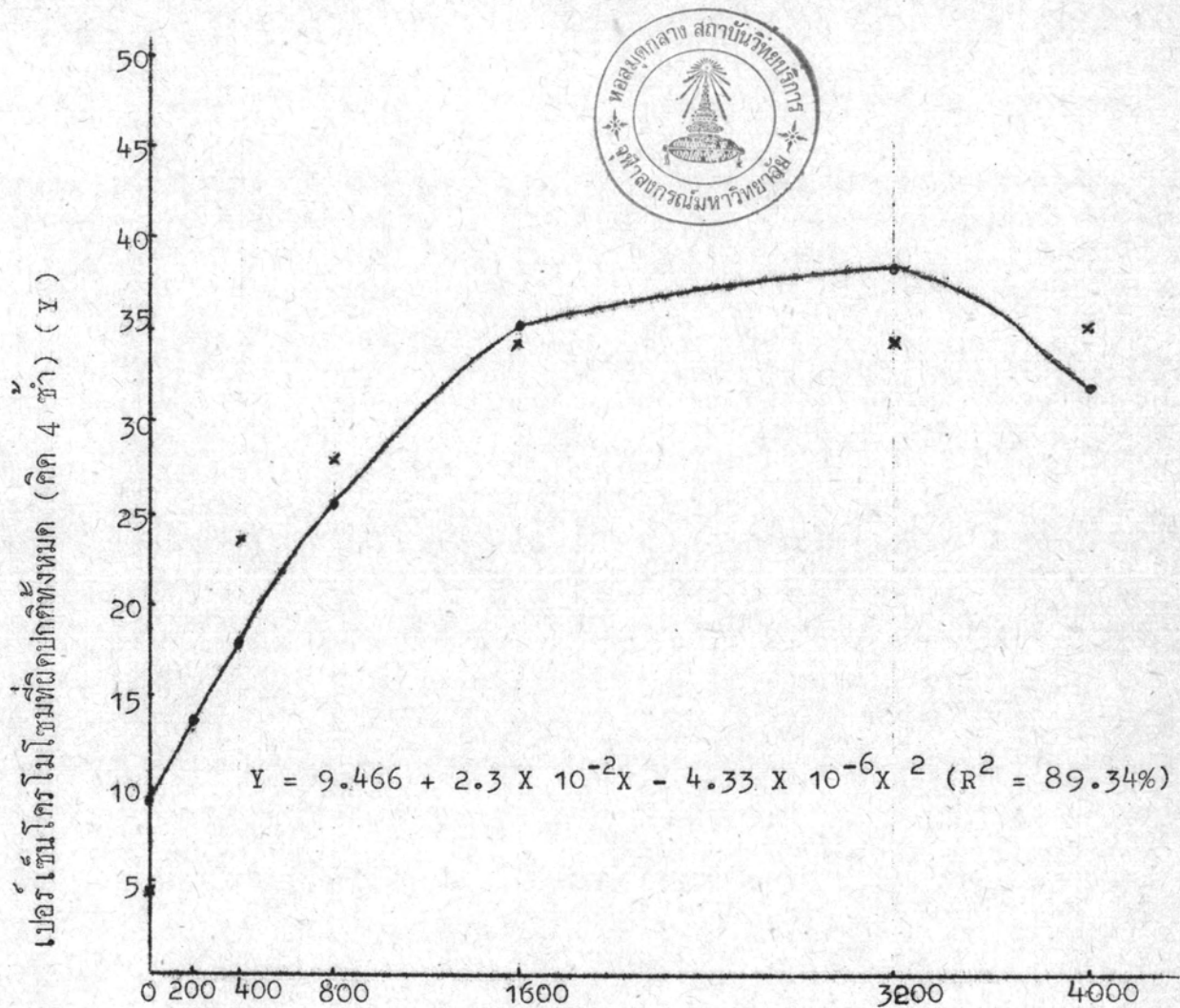
* DMRT = Duncant's new multiple range test.

เมื่อศึกษาผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 4,000 rads ค่าเฉลี่ยของความผิดปกติของโครโมโซมทั้งหมดในแต่ละปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ (0, 200, 400, 800, 1,600, 3,200 และ 4,000 rads) มีจำนวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยที่จำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด เมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีขนาด 1,600, 3,200 และ 4,000 rads มีจำนวนไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 22, 23.

เมื่อคำนวณหาสหสัมพันธ์ของจำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด กับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ พบว่าจำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดมีสหสัมพันธ์ (correlation) กับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ โดยมีสมการรีเกรชันแบบ quadratic regression,

$$y = 9.466 + 2.3 \times 10^{-2}x - 4.33 \times 10^{-6}x^2 \quad (R^2 = 89.34 \%)$$

ดังแสดงในรูปกราฟที่ 8



รูปกราฟที่ 8

ขนาดรังสี (X) rads

X	Y	Y (cal)
0	4.5	9.466
200	13.0	13.896
400	23.75	17.980
800	27.5	25.109
1600	34.5	35.213
3200	34.5	38.801
4000	35.0	32.285

ตารางที่ 22 Analysis of Variance (ศึกษาข้อมูลด้วย 4 คน ขนาดรังสีที่ได้
รับ 0-4,000 rads)

Source of variation	D.F.	sum of squares	mean of squares	F.value
Total	27	50.8500904		
Replication	3	0.11905777	0.0396859	
Treatments	6	49.7644235	8.2940705	154.45**
Error	18	0.966609107	0.0537005	

Coefficient of variation = 4.8 %

ตารางที่ 23 Table of means (Averaged over 4 reps)

Treatment no.	Treatment name(rads)	Rank	Mean	DMRT*
1	0	1	4.50	a.
2	200	2	13.00	b
3	400	3	23.75	c
4	800	4	27.50	d
5	1600	5	34.50	e
6	3200	6	34.50	e
7	4000	7	35.0	e

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับ
ความเชื่อมั่นสำคัญ 95 %

*DMRT = Duncant's new multiple range test.

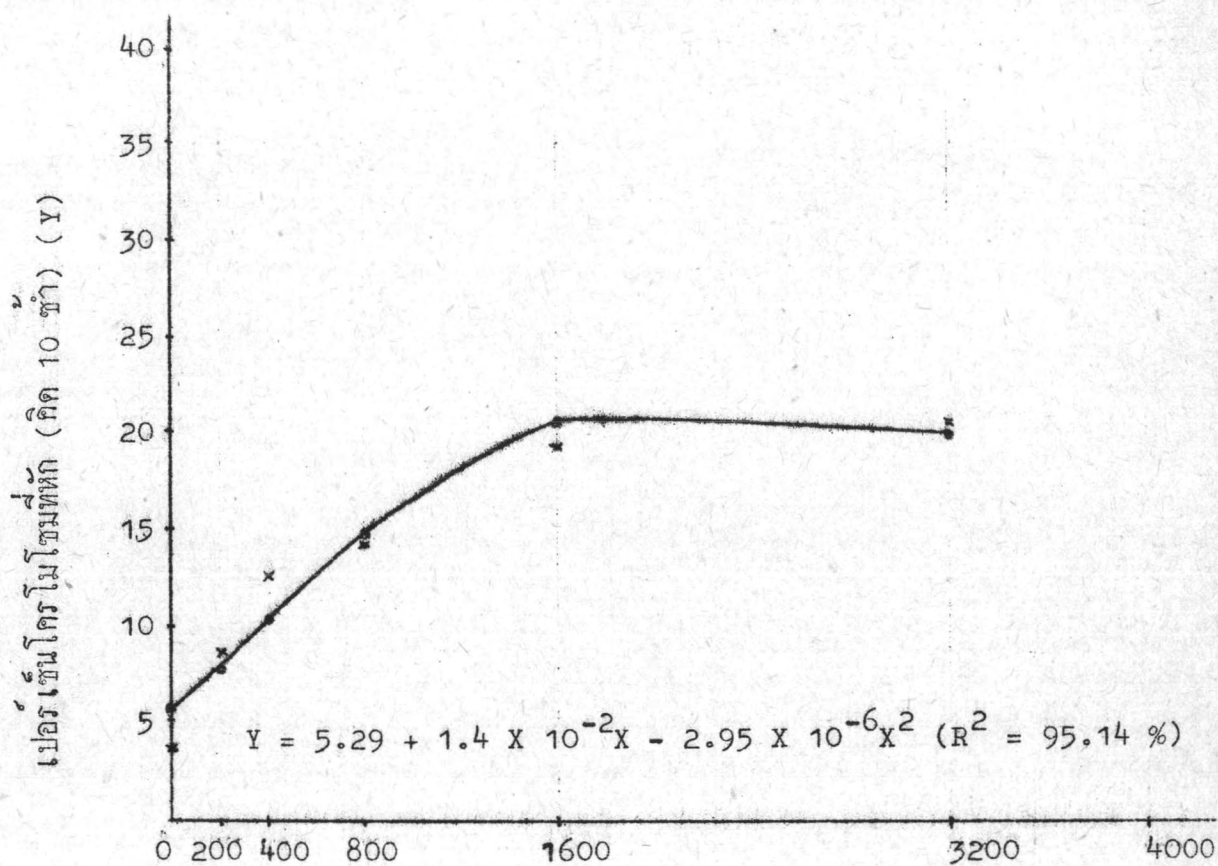
เมื่อนำเอาเฉพาะจำนวนโครโมโซมที่หักในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสีขนาดต่าง ๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 19; มาศึกษาทางสถิติ โดยคิด 2 ครั้ง ครั้งแรกคิดจากผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 3,200 rads โดยคิดจาก 10 ซ้ำ (ผู้ป่วยทั้ง 10 คน) และครั้งที่ 2 คิดจากผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 4,000 rads โดยคิดจาก 4 ซ้ำ ผู้ป่วยคนที่ 3, 5, 9 และคนที่ 10

เมื่อคิดจากผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 3,200 rads ค่าเฉลี่ยของโครโมโซมที่หักในแต่ละปริมาณรังสีที่ได้รับ (0, 200, 400, 800, 1,600, 3,200 rads) มีจำนวนแตกต่างกันน้อยลงมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยที่จำนวนโครโมโซมที่หักเมื่อได้รับปริมาณรังสี 400 กับ 800 rads มีจำนวนไม่แตกต่างกัน และจำนวนโครโมโซมที่หักเมื่อได้รับปริมาณรังสี 1,600 กับ 3,200 rads มีจำนวนไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 24, 25

เมื่อคำนวณหาสหสัมพันธ์ของจำนวนโครโมโซมที่หักกับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ พบว่าจำนวนโครโมโซมที่หักมีสหสัมพันธ์ (correlation) กับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ โดยมีสมการรีเกรชันแบบ quadratic regression

$$Y = 5.29 + 1.4 \times 10^{-2}X - 2.55 \times 10^{-6}X^2 \quad (R^2 = 95.14\%)$$

ดังแสดงในรูปกราฟที่ 9



รูปกราฟที่ 9

ขนาดรังสี (X) rads

X	Y	Y (cal)
0	3.4	5.290
200	8.6	7.985
400	12.7	10.444
800	14.4	14.654
1600	19.3	20.241
3200	20.3	20.086

ตารางที่ 24 แสดงจำนวนโครโมโซมที่หักทั้งหมดในปริมาณรังสีขนาดต่าง ๆ ต่อ 100 เมตตาเฟส นำมาคำนวณหาค่าทางสถิติ

Analysis of variance (คิดจากข้อมูลผู้ป่วย 10 คน ขนาดรังสีที่ได้รับถึง 3,200 rads)

Source of variation	D.F.	sum of squares	mean squares	F.value
Total	59	54.70485458		
Replication	9	0.46315252	0.05146139	
Treatments	5	50.77441275	10.1548825	131.79 **
Error	45	3.4672893	0.0770587	

Coefficient of variation = 7.9 %

ตารางที่ 25 Table of means (Averaged over 10 reps)

Treatment no.	Treatment name (rads)	Rank	Mean	DMRT*
1	0	1	3.40	a
2	200	2	8.60	b
3	400	3	12.70	c
4	800	4	14.40	c
5	1600	5	19.30	d
6	3200	6	20.30	d

ตัวเลขที่ตามท้ายด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นสำคัญ 95 %

*DMRT = Duncant's multiple rang test

เมื่อศึกษาผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 4,000 rads จำนวนเฉลี่ยของโครโมโซมที่หักในแต่ละปริมาณของรังสีที่ได้รับ (0, 200, 400, 800, 1,600, 3,200 และ 4,000 rads) มีจำนวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยที่จำนวนโครโมโซมที่หักเมื่อได้รับปริมาณรังสี 400 กับ 800 มีจำนวนไม่แตกต่างกัน และจำนวนโครโมโซมที่หักเมื่อได้รับปริมาณรังสี 1,600, 3,200 กับ 4,000 rads มีจำนวนไม่แตกต่างกัน ดังตารางแสดงใน 26, 27

เมื่อคำนวณหาสหสัมพันธ์ของจำนวนโครโมโซมที่หักกับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ พบว่าจำนวนโครโมโซมที่หักมีสหสัมพันธ์ (correlation) กับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ โดยมีสมการรีเกรสชันแบบ quadratic regression.

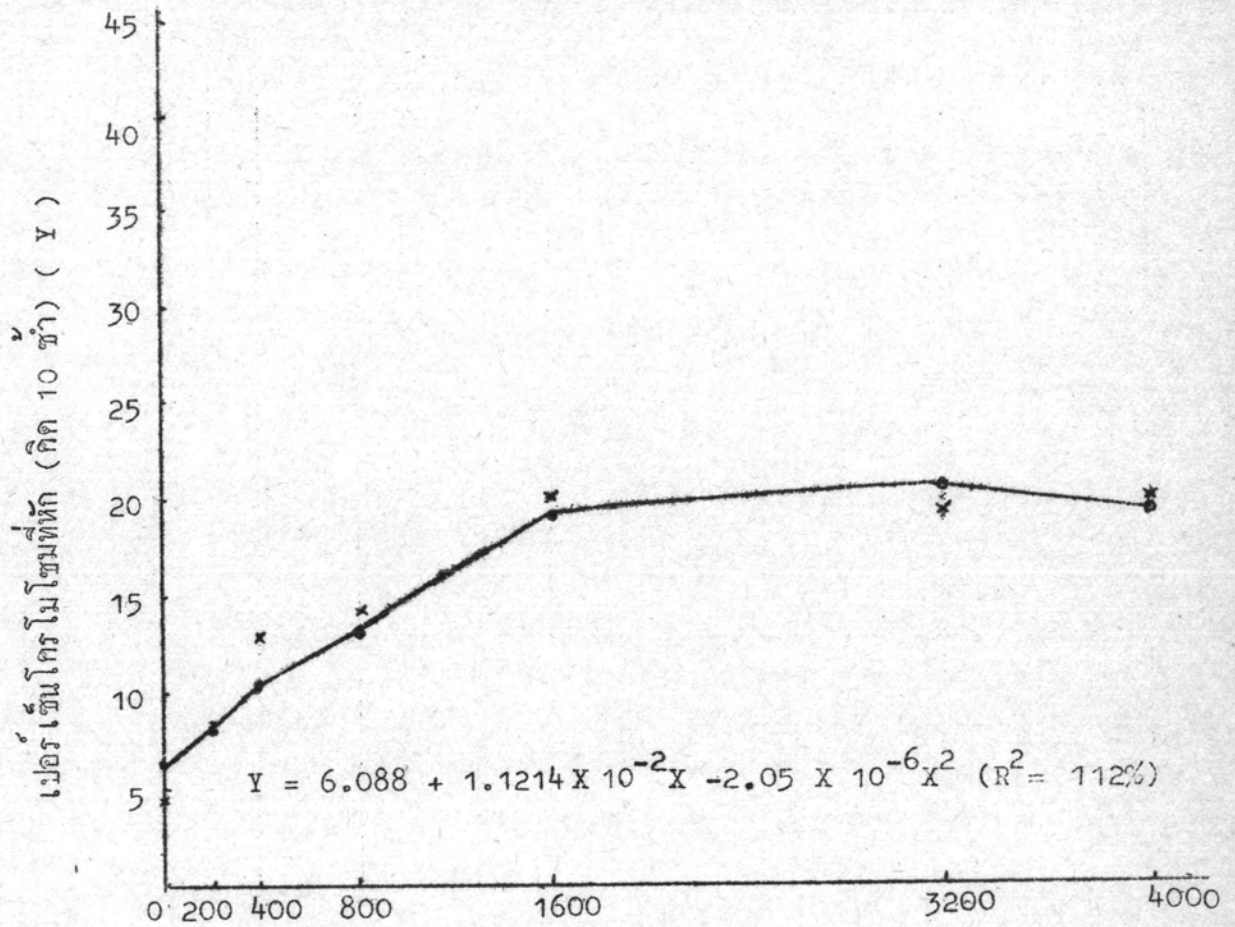
$$Y = 6.088 + 1.1214 X - 2.05 \times 10^{-6} X^2 \quad (R^2 = 92.112 \%)$$

ดังแสดงในรูปกราฟที่ 10

ตารางที่ 26 Analysis of variance (ศึกษาข้อมูลผู้ป่วย 4 คน ขนาดรังสีที่ได้รับ 0 ถึง 4,000 rads)

Source of variation	D.F.	sum of squares	mean squares	F. value
Total	27	20.3618439		
Replication	3	0.17060528	0.056868428	
Treatments	6	18.7751267	3.12918779	39.77**
Error	18	1.416111856	0.07867288	

Coefficient of variation = 7.8 %



รูปกราฟที่ 10	ขนาดรังสี (rads) X	Y (cal)
X	Y	Y (cal)
0	4.5	6.088
200	8.25	8.249
400	12.75	10.246
800	12.5	13.748
1600	20	18.784
3200	19	20.985
4000	19.25	18.149

ตารางที่ 27 Table of means (averaged over 4 reps)

Treatment no.	Treatment name (rads)	Rank	Mean	DMRT*
1	0	1	4.50	a
2	200	2	8.25	b
3	400	3	12.75	c
4	800	4	12.5	c
5	1600	7	20.00	d
6	3200	5	19.00	d
7	4000	6	19.25	d

ตัวเลขที่ตามท้ายด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นสำคัญ 95 %

*DMRT = Duncant's multiple range test

ตารางที่ 28 แสดงจำนวน dicentric chromosome ในปริมาณรังสีขนาดต่าง ๆ กัน ต่อ 100 เมทตาเฟส)

ปริมาณรังสี (rads)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	5	4	4	4	2	3	4	4	6	4
400	6	10	10	8	10	7	10	8	7	9
800	10	10	11	11	12	10	11	8	10	11
1600	12	11	8	10	10	10	11	13	14	10
3200	12	13	10	12	12	14	13	13	12	12
4000	-	-	12	-	12	-	-	-	12	12

ตารางที่ 29 แสดงจำนวน acentric chromosome ในปริมาณรังสีขนาดต่างๆ กัน
ต่อ 100 เมตตาเฟส)

ผู้ป่วย rads	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	0	1	0	0	1	2	2	1	1	1
400	2	3	1	3	3	3	3	2	2	2
800	4	3	3	4	4	2	2	3	4	3
1600	4	4	4	4	3	3	3	3	4	5
3200	4	5	2	3	4	3	3	5	3	5
4000	-	-	4	-	4	-	-	-	2	4

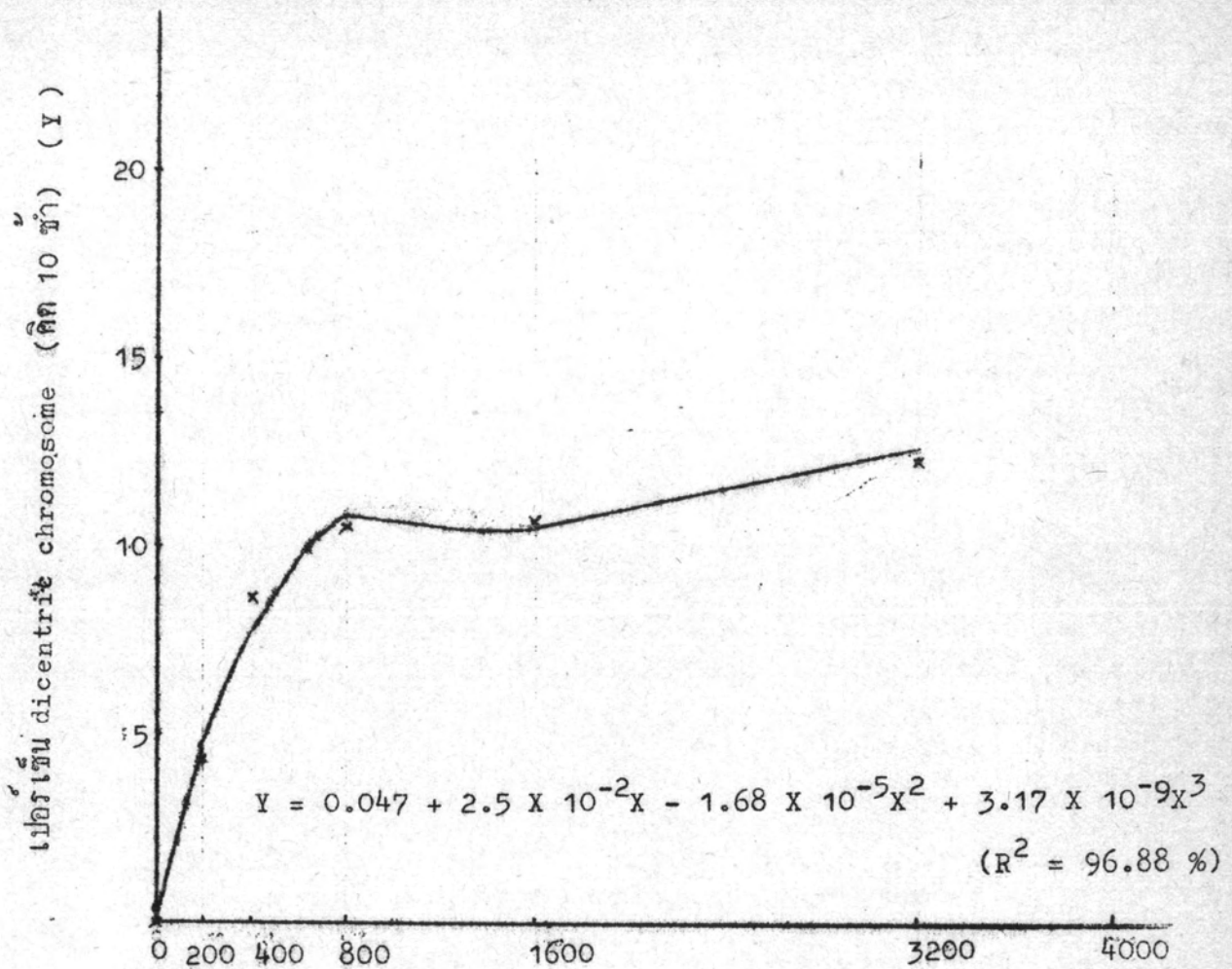
ผลการวิจัยเมื่อนำเอาเฉพาะจำนวน dicentric chromosome ในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสีขนาดต่างๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 28. มาศึกษาทางสถิติโดยคิด 2 ครั้ง ครั้งแรกคิดจากผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 3,200 rads โดยคิดจาก 10 ซ้ำ (ผู้ป่วยทั้ง 10 คน) และครั้งที่ 2 คิดจากผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 4,000 rads โดยคิดจาก 4 ซ้ำ คือผู้ป่วยคนที่ 3, 5, 9 และคนที่ 10

เมื่อคิดจากผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 3,200 rads ค่าเฉลี่ยของ dicentric chromosome ในแต่ละปริมาณรังสีที่ได้รับ (0, 200, 400, 800, 1,600 และ 3,200 rads) มีจำนวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยที่จำนวน dicentric chromosome เมื่อได้รับปริมาณรังสี 800 กับ 1,600 rads มีจำนวนไม่แตกต่างกัน (ดังแสดงในตารางที่ 30, 31)

เมื่อคำนวณหาสหสัมพันธ์ของจำนวน dicentric chromosome กับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ พบว่าจำนวน dicentric chromosome มีสหสัมพันธ์ (correlation) กับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ โดยจะมีสมการรีเกรซันแบบ cubic regression

$$Y = 0.047 + 2.5 \times 10^{-2}X - 1.68 \times 10^{-5}X^2 + 3.17 \times 10^{-9}X^3$$

$$R^2 = 96.88 \% \quad (\text{ดังแสดงในรูปกราฟที่ 11})$$



รูปกราฟที่ 11

ขนาดรังสี · X. (rads)

X	Y	Y (cal)
0	0	0.047
200	4	4.411
400	8.5	7.586
800	10.4	10.975
1600	10.3	10.172
3200	12.3	12.308

ตารางที่ 30 แสดงจำนวน dicentric chromosome ในปริมาณรังสีขนาดต่าง ๆ กันต่อ
100 เมตตาเฟส นำมาคำนวณหาค่าทางสถิติ

Analysis of variance (คิดจากข้อมูลผู้ร่วม 10 คน ขนาดรังสีที่ได้รับ 0-3,200rads)

Source of variation	D.F.	sum of squares	mean squares	F.value
Total	59	90.73439959		
Replication	9	0.19509464	0.0216771828	
Treatments	5	88.3478064	17.6695612	362.82**
Error	45	2.191498468	0.04869965	

Coefficient of variation = 8.9 %

ตารางที่ 31 Table of means (Averaged over 10 reps)

Treatment no.	Treatment name (rads)	Rank	Mean	DMRT*
1	0	1	0.00	a
2	200	2	4.00	b
3	400	3	8.50	c
4	800	4	10.40	d
5	1600	5	10.90	d
6	3200	6	12.30	e

ตัวเลขที่ตามท้ายด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับ
ความเชื่อมั่นสำคัญ 95 %

* DMRT = Duncant's multiple range test

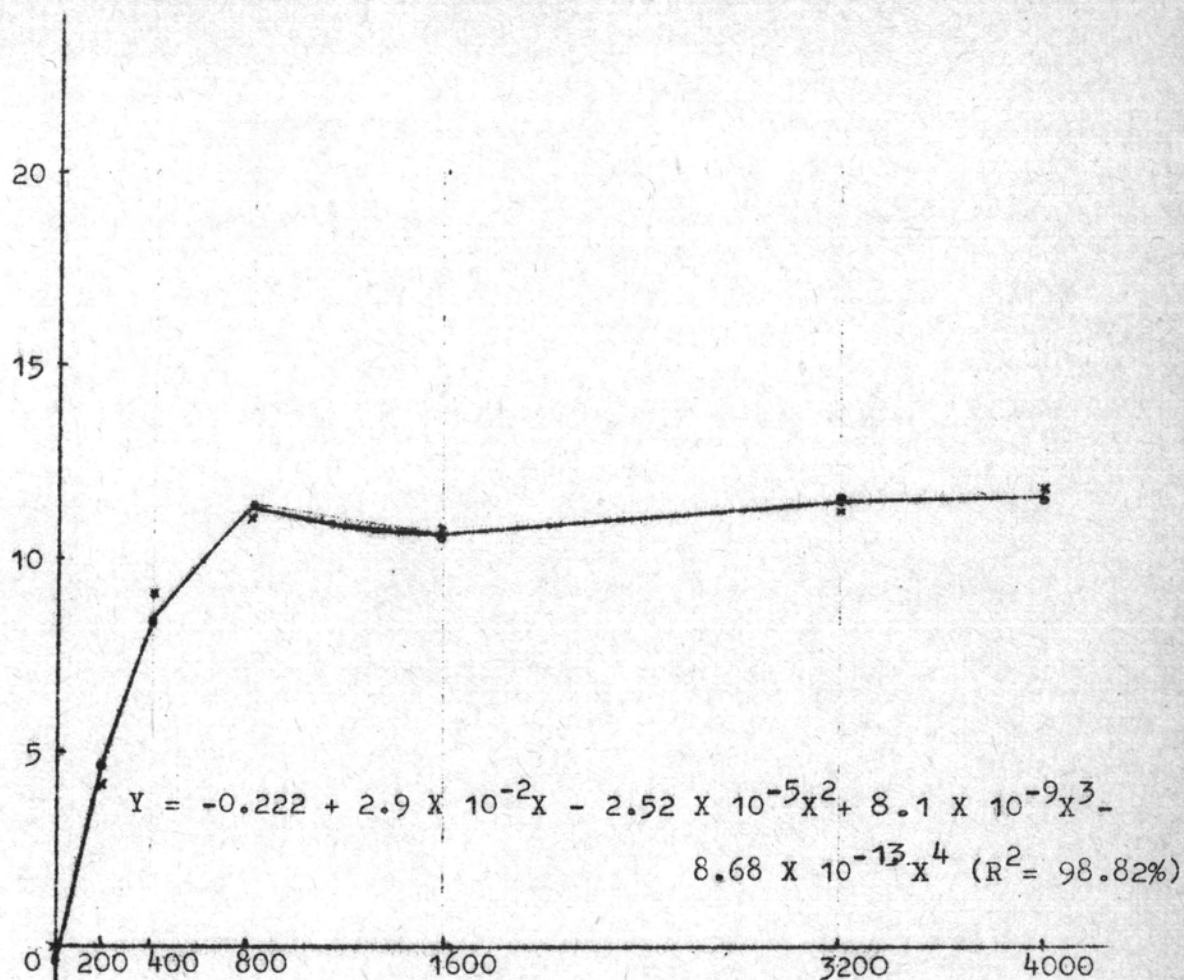
เมื่อศึกษาจากผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี ๐ ถึง 4,๐๐๐ rads ค่าเฉลี่ยของ dicentric chromosome ในแต่ละปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ (๐, 2๐๐, 4๐๐, 8๐๐, 1,6๐๐, 3,2๐๐ และ 4,๐๐๐ rads) มีจำนวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยที่จำนวน dicentric chromosome เมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีขนาด 4๐๐, 8๐๐, 1,6๐๐ กับ 3,2๐๐ rads มีจำนวนไม่แตกต่างกัน และจำนวน dicentric chromosome เมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีขนาด 8๐๐, 1,6๐๐, 3,2๐๐ กับ 4,๐๐๐ มีจำนวนไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 32, 33

เมื่อกำหนดหาสหสัมพันธ์ของจำนวน dicentric chromosome กับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ พบว่าจำนวน dicentric chromosome มีสหสัมพันธ์ (correlation) กับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ โดยมีสมการรีเกรชันแบบ quatic regression

$$Y = -0.222 + 2.9 \times 10^{-2}X - 2.52 \times 10^{-5}X^2 + 8.1 \times 10^{-9}X^3 -$$

$$8.68 \times 10^{-13}X^4 \quad (R^2=98.82\%) \quad (\text{ดังแสดงในรูปกราฟที่ 12})$$

เปอร์เซ็นต์ dicentric chromosome (คิด 10 หน้า) (Y)



รูปกราฟที่ 12

ขนาดรังสี (X) rads

X	Y	Y (cal)
0	0	-0.222
200	4	4.7999
400	9	8.120
800	11	11.296
1600	10.5	10.451
3200	11.5	11.506
4000	12	11.998

ตารางที่ 32 Analysis of variance (คิดจากข้อมูล 4 คน, ขนาดรังสีที่ได้
รับ 0 ถึง 4,000 rads)

Source of variation	D.F.	sum of squares	mean squares	F.value
Total	27	39.59098275		
Replication	3	0.07969354	0.0265645	
Treatments	6	38.32655055	6.387758	97.05**
Error	18	1.18473864	0.0658188	

Coefficient of variation = 9.8 %

ตารางที่ 33 Table of means (averaged over 4 reps)

Treatment no.	Treatment name(rads)	Rank	Mean	DMRT*
1	0	1	0.00	a
2	200	2	4.00	b
3	400	3	9.00	c
4	800	5	11.00	cd
5	1600	4	10.50	cd
6	3200	6	11.50	cd
7	4000	7	12.00	d

ตัวเลขที่ตามท้ายด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับ
ความเชื่อมั่น 95 %

*DMRT = Duncant's multiple range test.

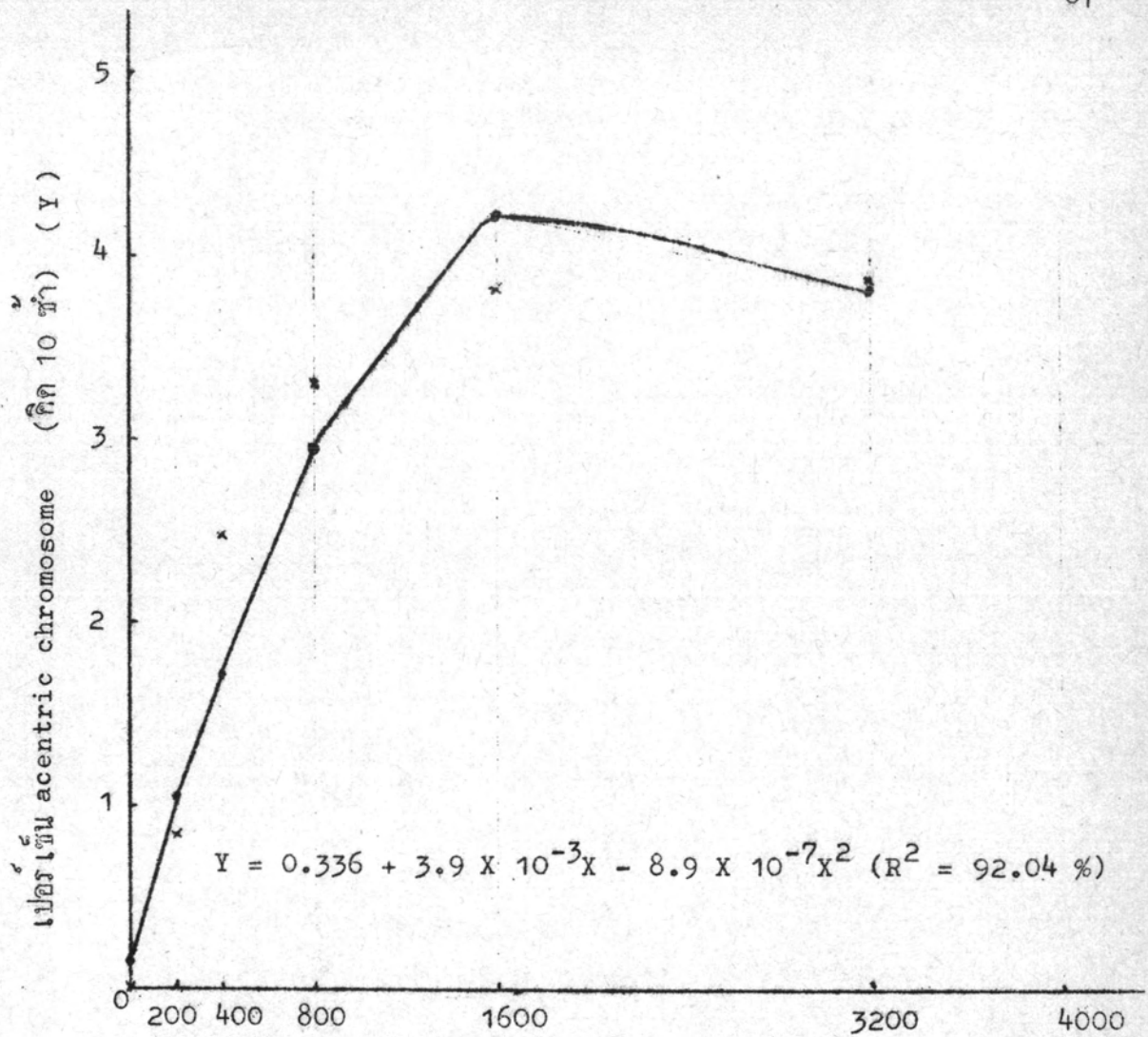
ผลการวิจัยเมื่อนำเอาเฉพาะจำนวน acentric chromosome ในผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสีขนาดต่าง ๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 29 มาศึกษาทางสถิติ โดยคิด 2 ครั้ง ครั้งแรกคิดจากผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 3,200 rads โดยคิดจาก 10 ซ้ำ ผู้ป่วยทั้ง 10 คน และครั้งที่ 2 คิดจากผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 4,000 โดยคิดจาก 4 ซ้ำ คือ คนที่ 3, 5, 9 และคนที่ 10

เมื่อคิดจากผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 3,200 rads ได้ว่าค่าเฉลี่ยของ acentric chromosome ในแต่ละปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ (0, 200, 400, 800, 1,600 และ 3,200 rads) มีจำนวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยที่จำนวน acentric chromosome เมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีขนาด 800, 1,600 กับ 3,200 rads มีจำนวนไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 34, 35

เมื่อคำนวณหาสหสัมพันธ์ของจำนวน acentric chromosome กับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ พบว่าจำนวน acentric chromosome มีสหสัมพันธ์ (correlation) กับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ โดยมีสมการรีเกรชันแบบ quadratic regression

$$Y = 0.336 + 3.9 \times 10^{-3}X - 8.5 \times 10^{-7}X^2 \quad (R^2 = 92.04 \%)$$

ดังแสดงในรูปกราฟที่ 13.



รูปกราฟที่ 13 ขนาดรังสี (X) rads

X	Y	Y (cal)
0	0	0.336
200	0.8	1.085
400	2.4	1.761
800	3.3	2.898
1600	3.8	4.314
3200	3.8	3.705

ตารางที่ 34 แสดงจำนวนacentric chromosome ในปริมาณรังสีขนาดต่าง ๆ ต่อ
100 เมททวเฟส นำมาคำนวณหาค่าทางสถิติ

Analysis of variance (คิดจากข้อมูลผู้ปฎิบัติ 10 คน ขนาดรังสีที่ได้รับ 0 ถึง 3,200 rads)

Source of variation	D.F.	sum of squares	mean squares	F.value
Total	59	35.51251026		
Replication	9	0.8975874	0.09973193	
Treatments	5	31.22141840	6.24428368	82.80 **
Error	45	3.39350445	0.07541121	

Coefficient of variation = 20.7 %

ตารางที่ 35 Table of means (Averaged over 10 reps)

Treatment no	Treatment name(rads)	Rank	Mean	DMRT*
1	0	1	0.00	a
2	200	2	0.80	b
3	400	3	2.40	c
4	800	4	3.30	d
5	1600	5	3.80	d
6	3200	6	3.80	d

ตัวเลขที่ตามท้ายอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความ
เชื่อมั่นสำคัญ 95 %

*DMRT = Duncant's multiple range test.

เมื่อศึกษาผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 0 ถึง 4,000 rads ค่าเฉลี่ยของ acentric chromosome ในแต่ละปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ (0, 200, 400, 800, 1,600, 3,200 และ 4,000 rads) มีจำนวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยมีจำนวน acentric chromosome เมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีขนาด 800, 1,600, 3,200 กับ 4,000 มีจำนวนไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 36, 37.

เมื่อคำนวณหาสหสัมพันธ์ของจำนวน acentric chromosome กับปริมาณที่ผู้ป่วยได้รับ พบว่าจำนวน acentric chromosome มีสหสัมพันธ์กับปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ โดยจะมีสมการรีเกรซันแบบ quadratic regression ดังรูปที่ 8

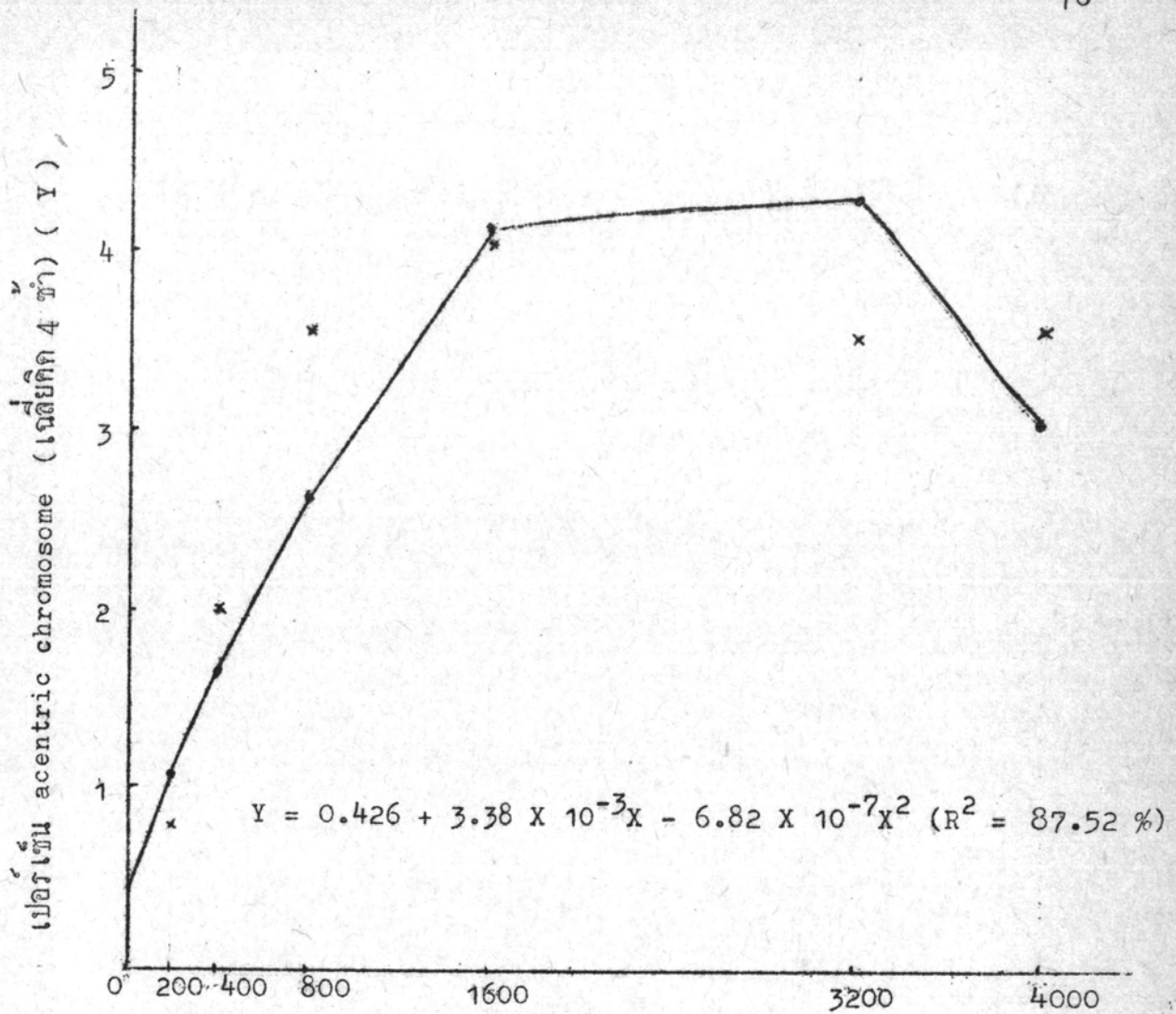
$$Y = 0.426 + 3.38 \times 10^{-3}X - 6.82 \times 10^{-7}X^2 \quad (R^2 = 87.52 \%)$$

(ดังแสดงในรูปกราฟที่ 14)

ตารางที่ 36 Analysis of variance (ศึกษาจากผู้ป่วย 4 คน ขนาดรังสีที่ได้รับ 0 ถึง 4,000 rads)

Source of variation	D.F.	sum of squares	mean squares	F.value
Total	27	15.26409039		
Replication	3	0.551548904	0.183849634	
Treatments	6	13.41209998	2.235349998	30.94**
Error	18	1.300441504	0.0722467502	

Coefficient of variation = 19.4 %



รูปกราฟที่ 14

ขนาดรังสี (X) rads

X	Y	Y (cal)
0	0	0.426
200	0.75	1.075
400	2	1.669
800	3.5	2.695
1600	4	4.089
3200	3.5	4.259
4000	3.5	3.034

ตารางที่ 37 Table of means (Averaged over 4 Reps)

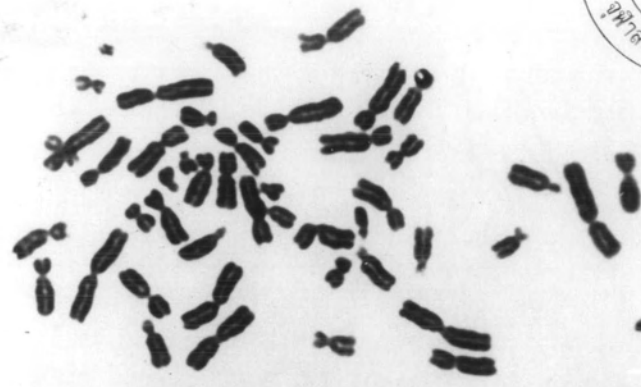
Treatment no.	Treatment name (raps)	Rank	mean	DMRT *
1	0	1	0.00	a
2	200	2	0.75	b
3	400	3	2.00	c
4	800	4	3.50	d
5	1600	7	4.00	d
6	3200	5	3.50	d
7	4000	6	3.50	d

ตัวเลขที่ตามท้ายอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นสำคัญ 95 %

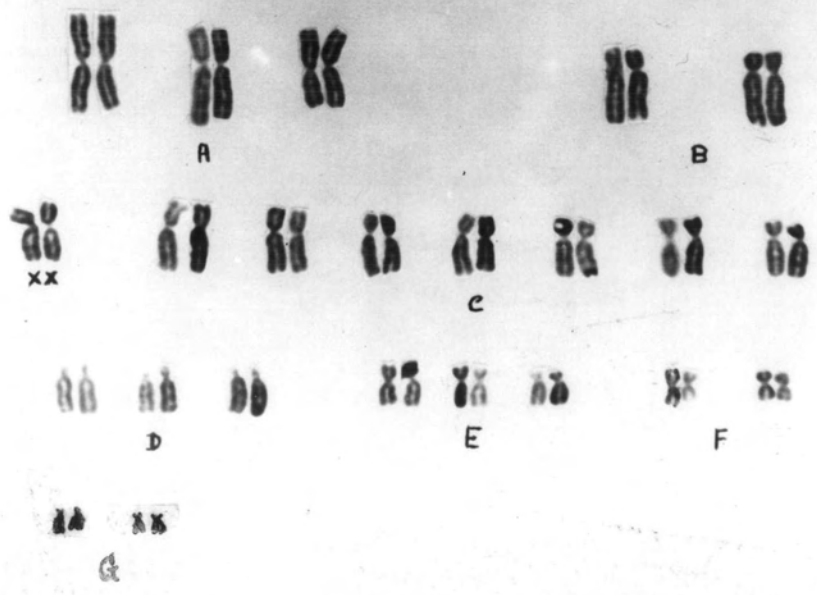
*DMRT = Duncent's multiple range test.

ส่วน ring chromosome เท่าที่พบมีจำนวนน้อย จึงไม่ได้นำมาคำนวณหาความแตกต่างทางสถิติ

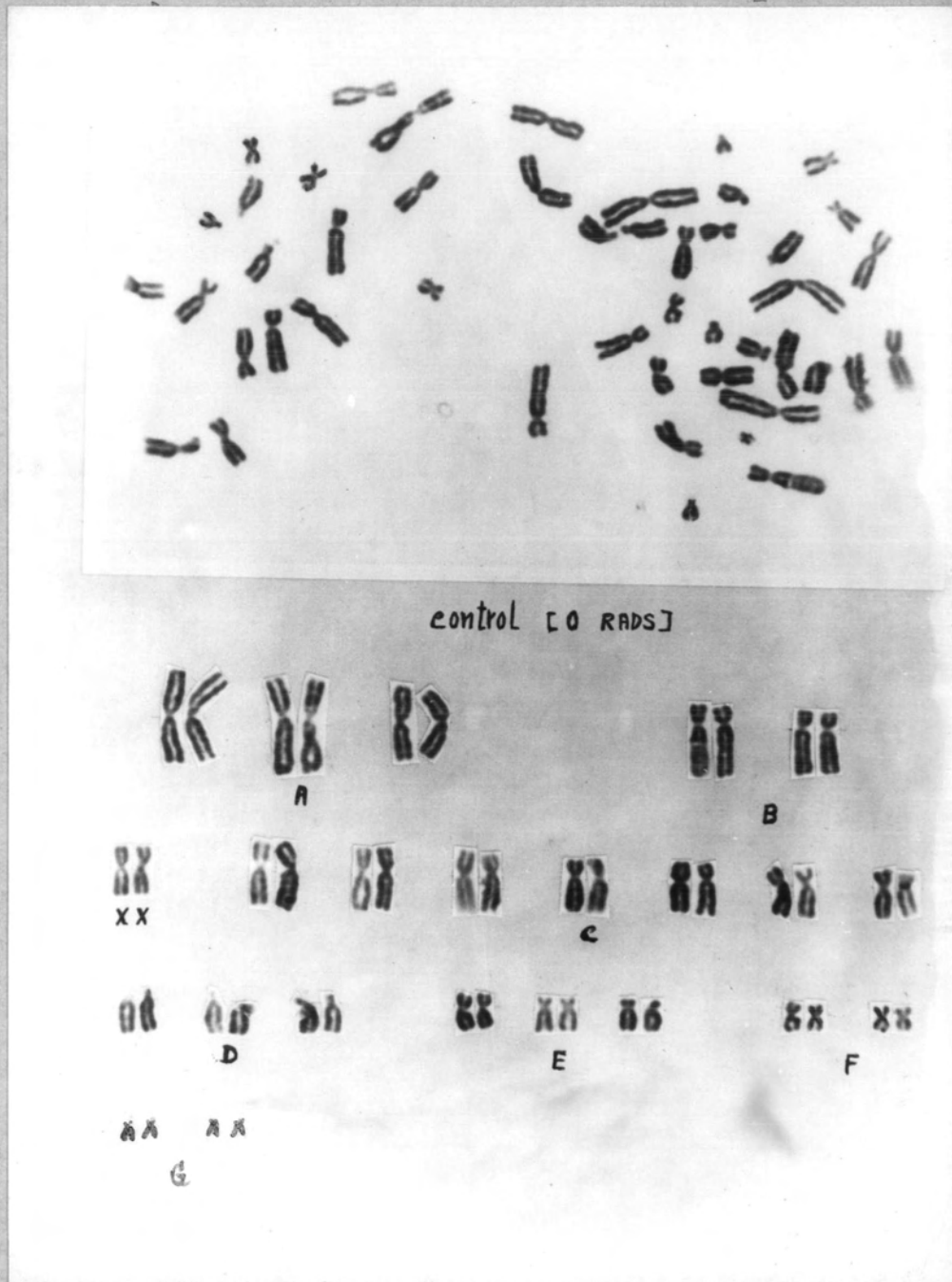
จากการศึกษาโครโมโซมของยุง เมื่อได้รับปริมาณรังสีที่ใช้ในการรักษา โรคมะเร็งขนาดต่าง ๆ กัน นำมาทำ karyotype ได้ดังรูป



control [O. RAD]

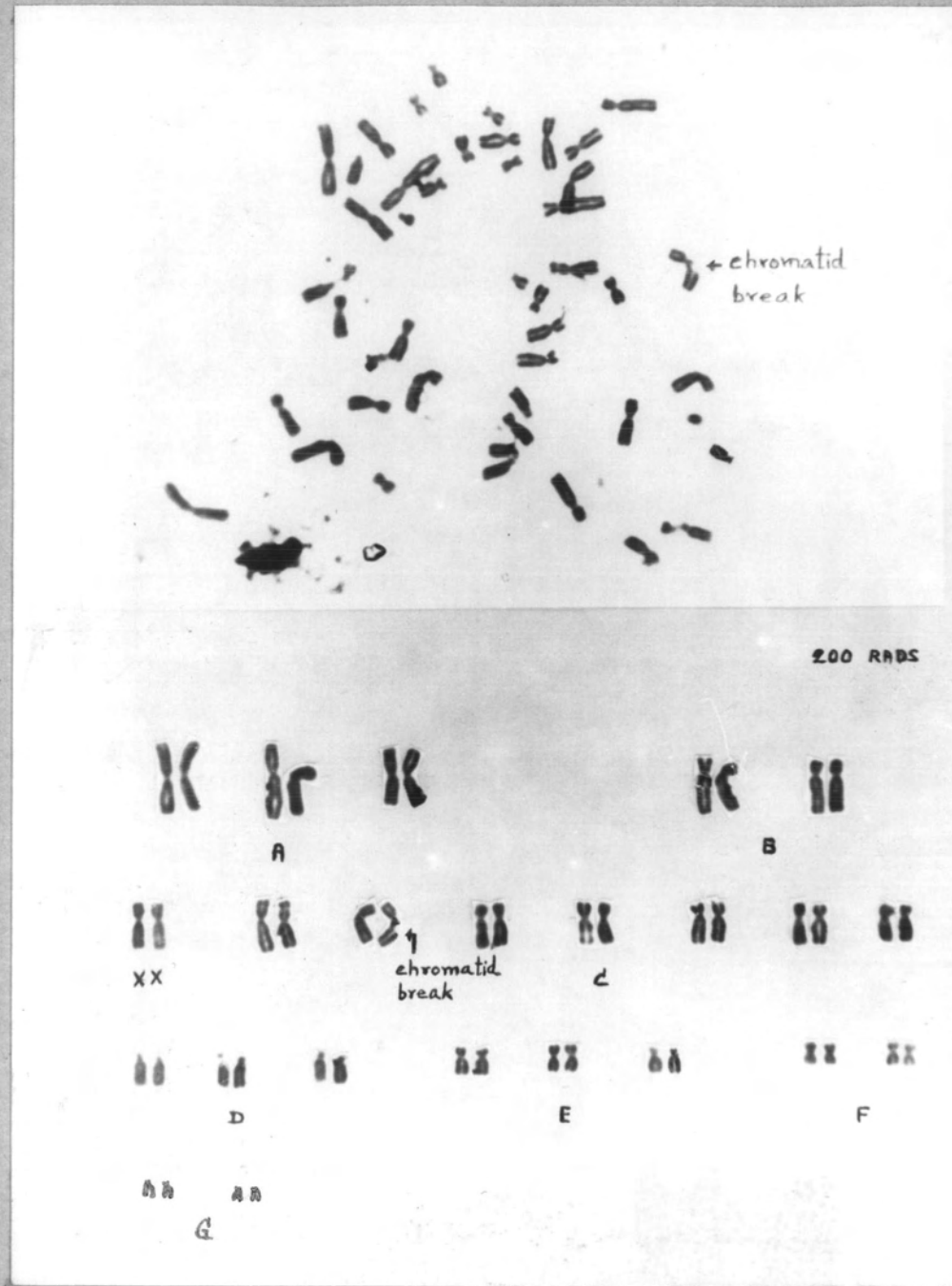


รูปที่ 15 แสดงคาริโอไทป์ของผู้ป่วยหญิงก่อนได้รับรังสี
กำลังขยาย 1000 เท่า

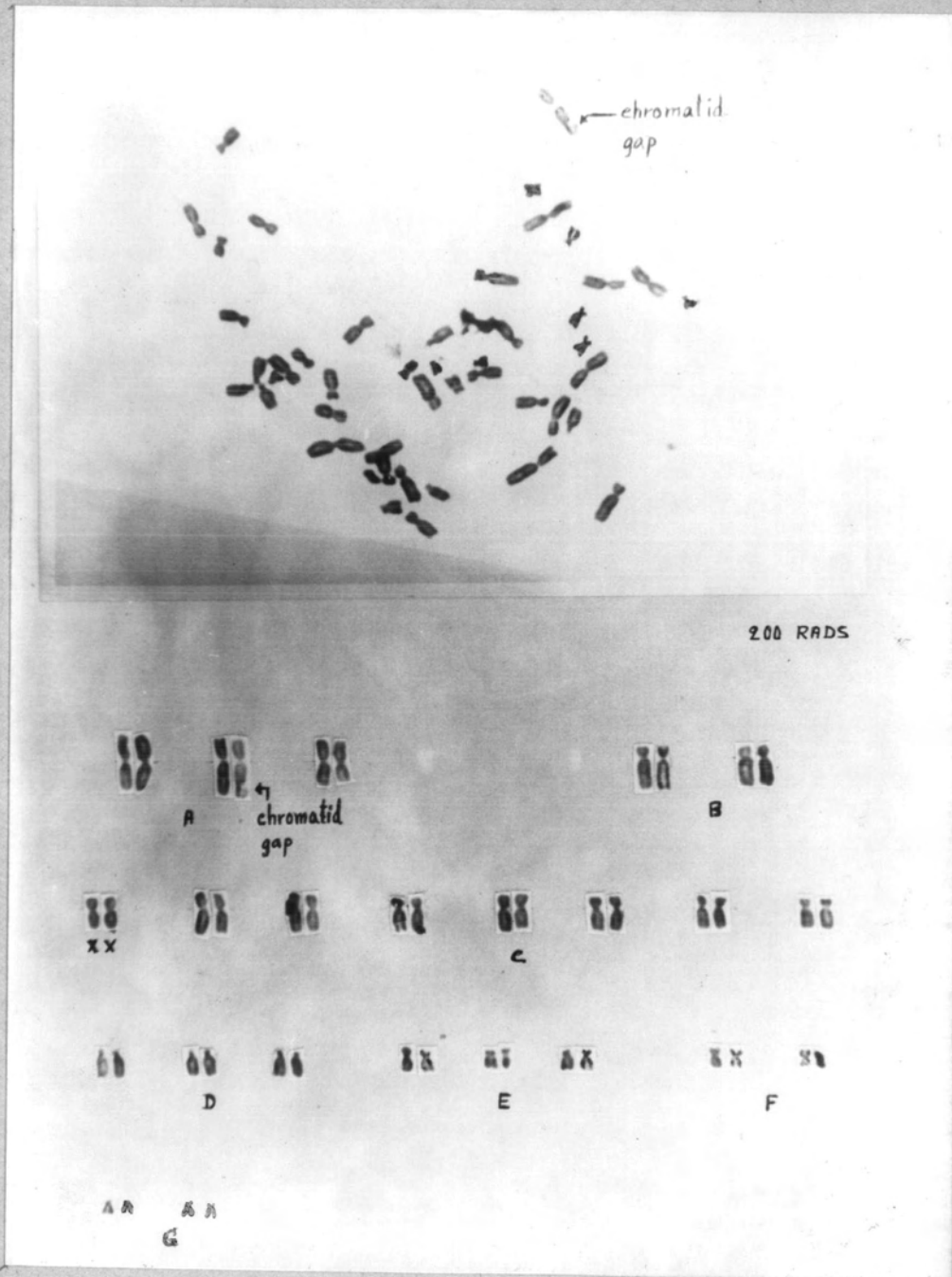


รูปที่ 16 แสดงคาริโอไทป์ของผู้ป่วยหญิงก่อนได้รับรังสี

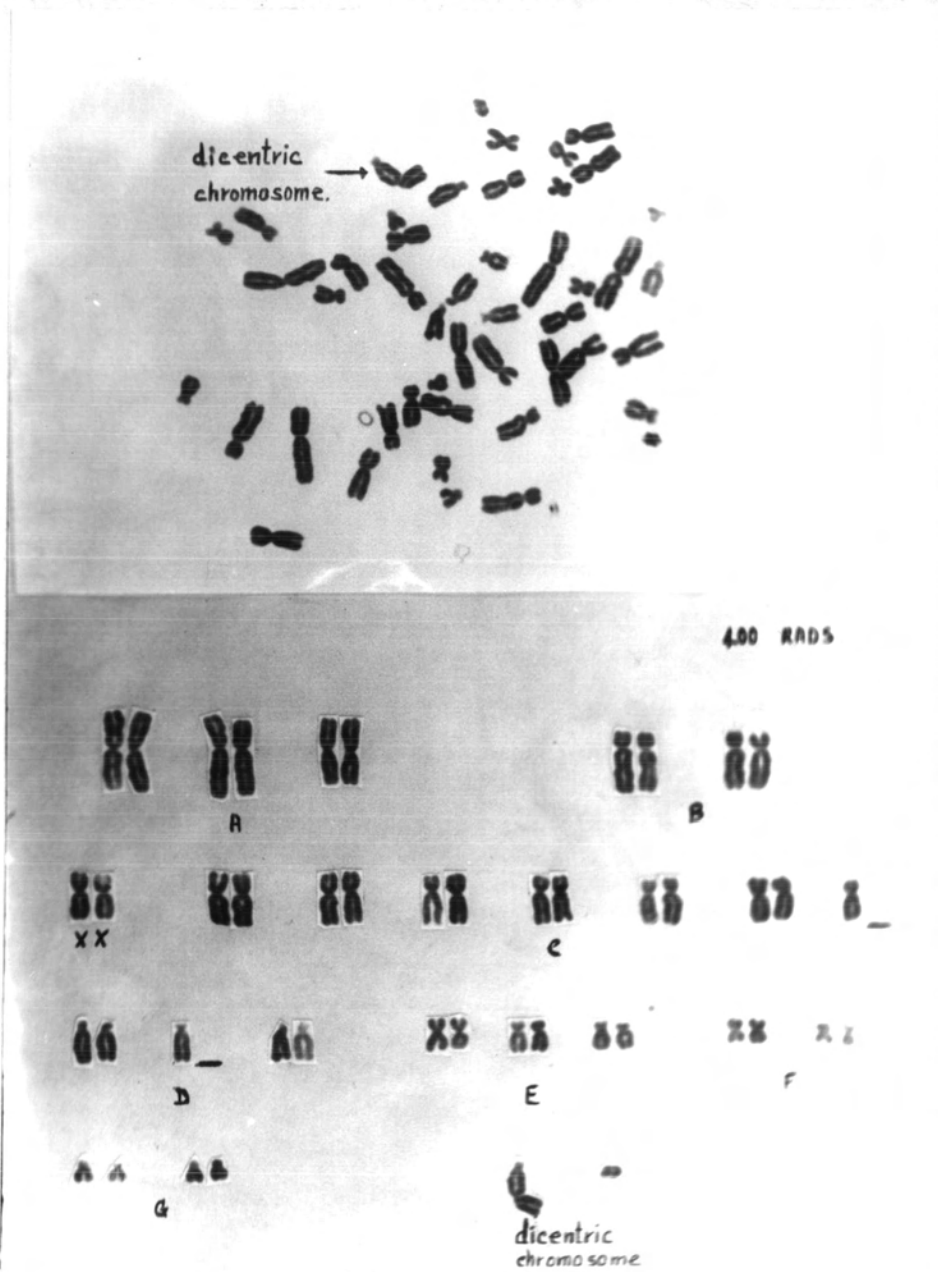
กำลังขยาย 1000 เท่า



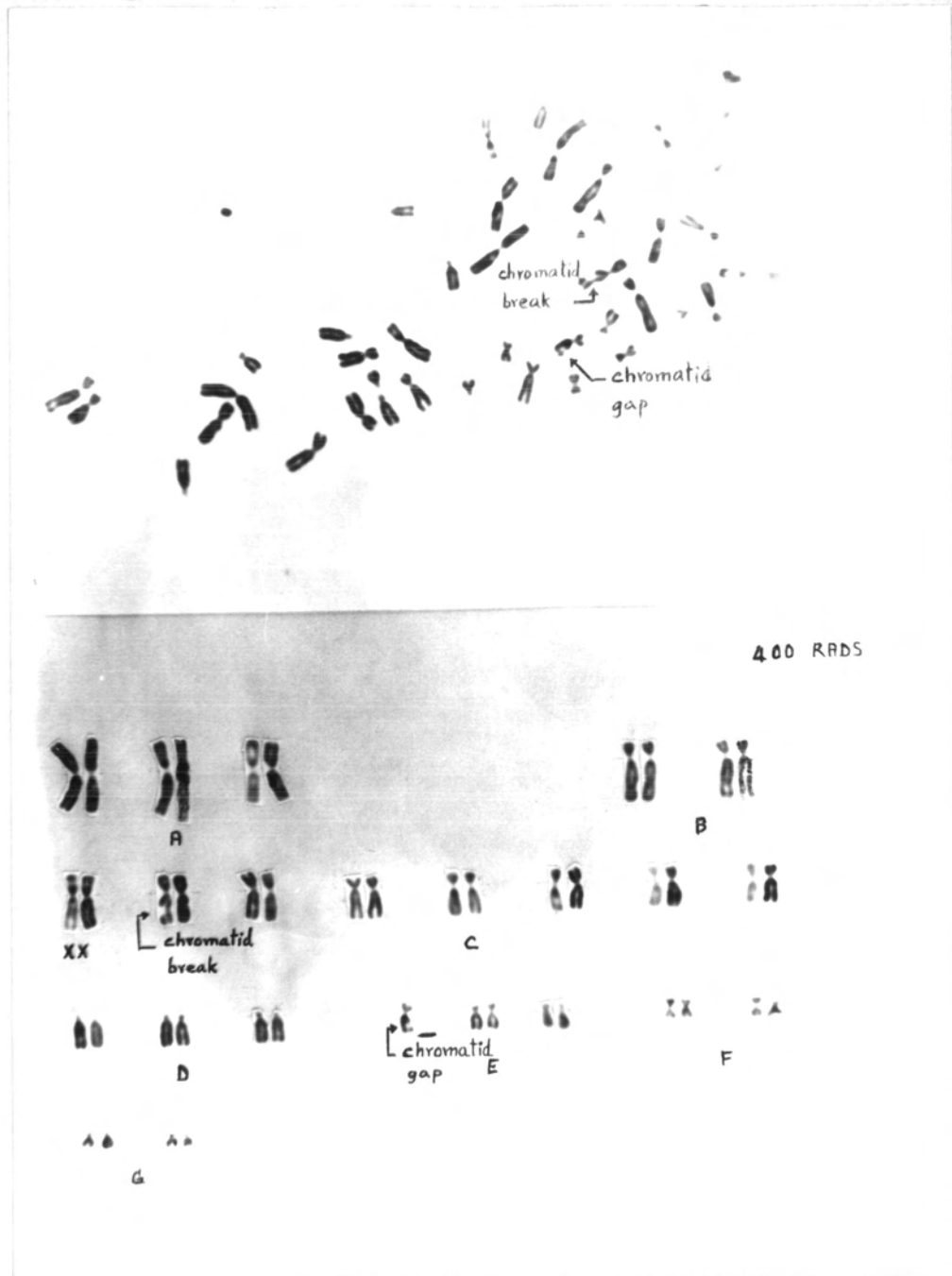
รูปที่ 17 แสดงคาริโอไทป์ของยุงลายหญิง เมื่อได้รับรังสีขนาด 200 rads
 มี chromatid break เกิดขึ้น
 กำลังขยาย 1000 เท่า



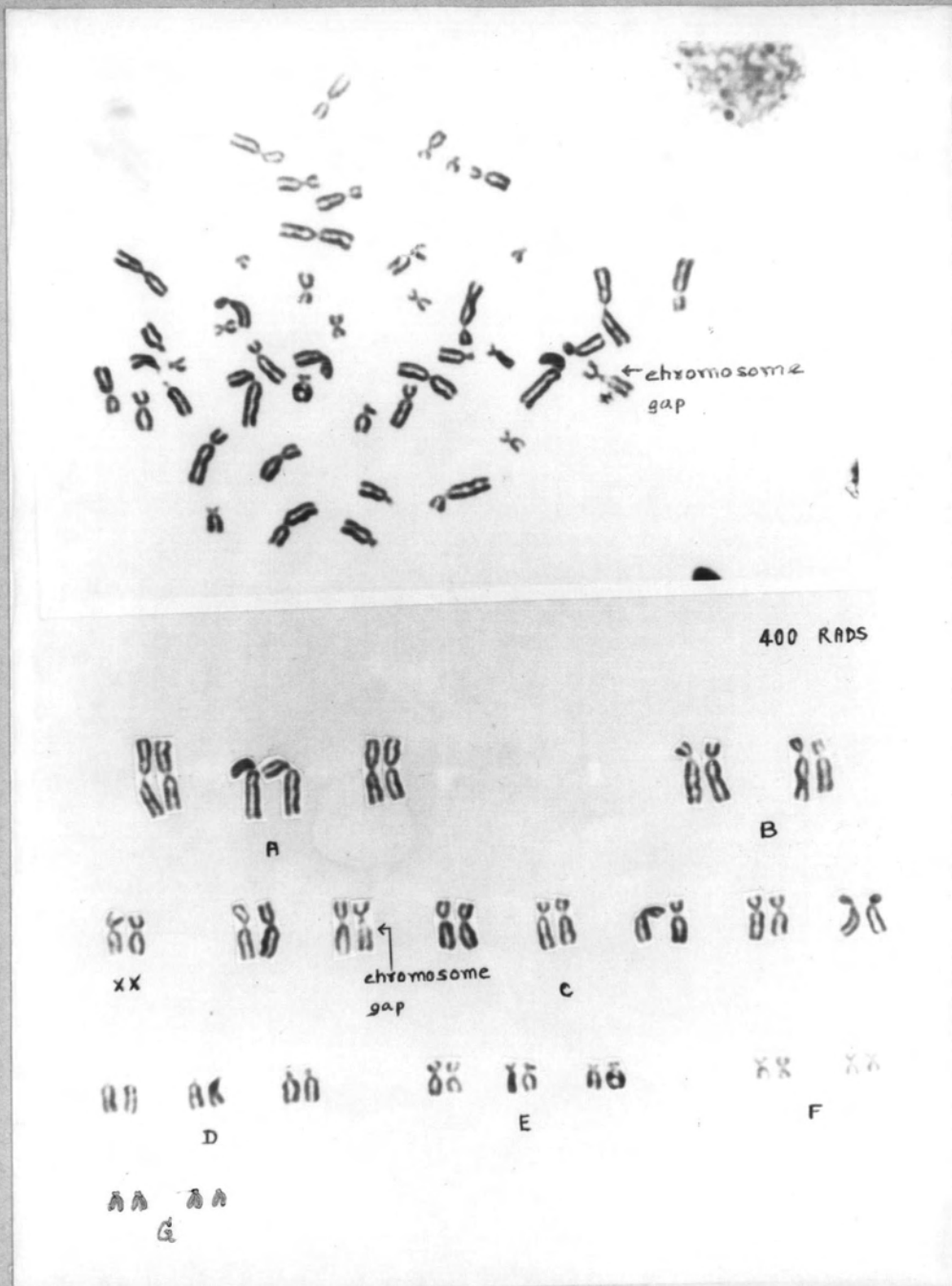
รูปที่ 18 แสดงคาริโอไทป์ของผู้ป่วยหญิง เมื่อได้รับรังสีขนาด 200 rads มี chromatid gap เกิดขึ้น กำลังขยาย 1000 เท่า



รูปที่ 19 แสดงสารรีโอโทพ์ของ ³H-ไทมีน เมื่อได้รับรังสีขนาด 400 rads มี dicentric chromosome และ acentric chromosome เกิดขึ้น กำลังขยาย 1000 เท่า



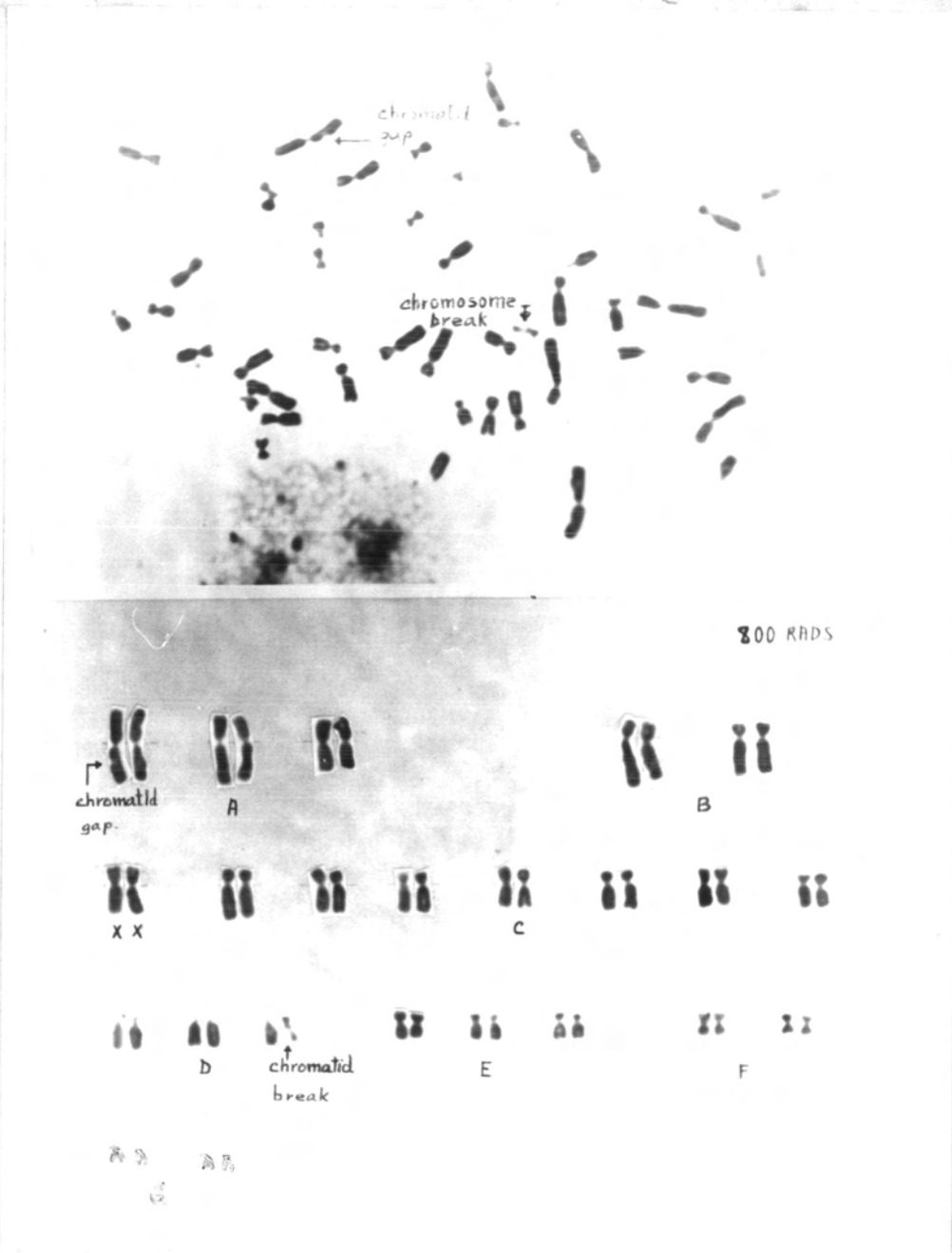
รูปที่ 20 แสดงคาริโอไทป์ของฝูงหิ่งห้อย เมื่อได้รับรังสีขนาด 400 rads
 มี chromatid break และ chromatid gap เกิดขึ้น
 กำลังขยาย 1000 เท่า



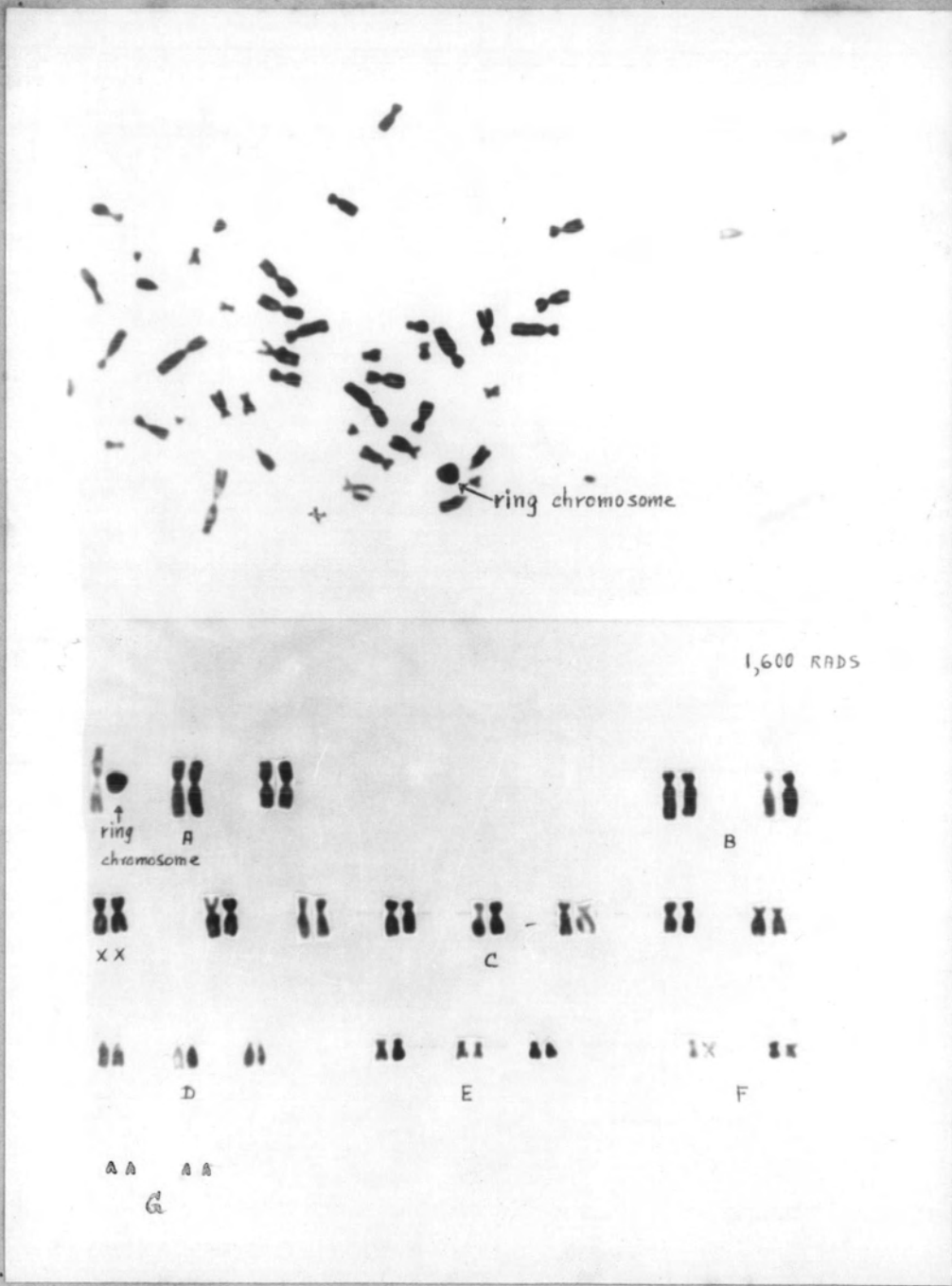
รูปที่ 21 แสดงคาริโอไทป์ของผู้ป่วยหญิง เมื่อได้รับรังสีขนาด 400 rads มี chromosome gap เกิดขึ้น กำลังขยาย 1000 เท่า



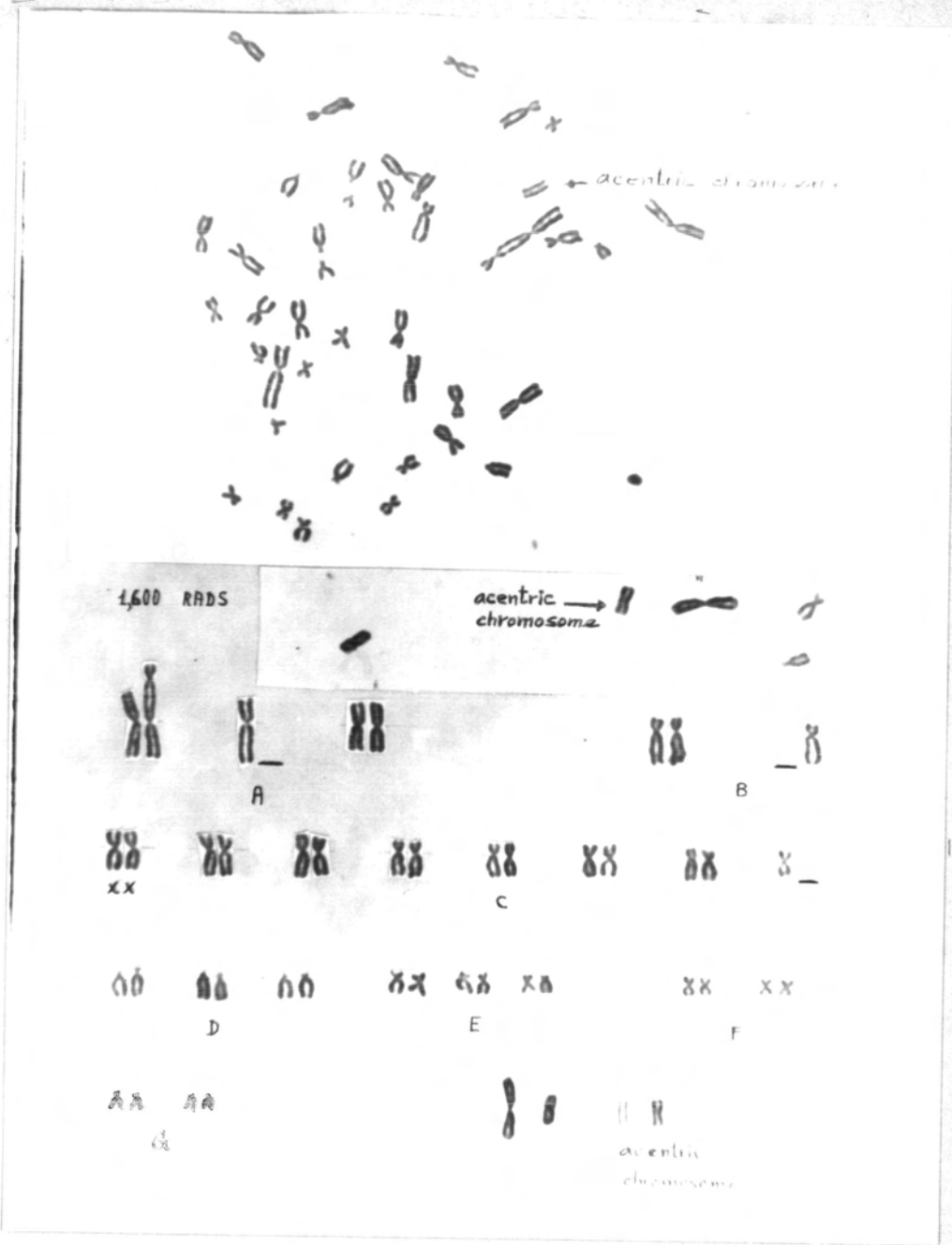
รูปที่ 22 แสดงคาริโอไทป์ของผู้ป่วยหญิง เมื่อได้รับรังสีขนาด 800 rads มี ring chromosome และ acentric chromosome เกิดขึ้น กำลังขยาย 1000 เท่า



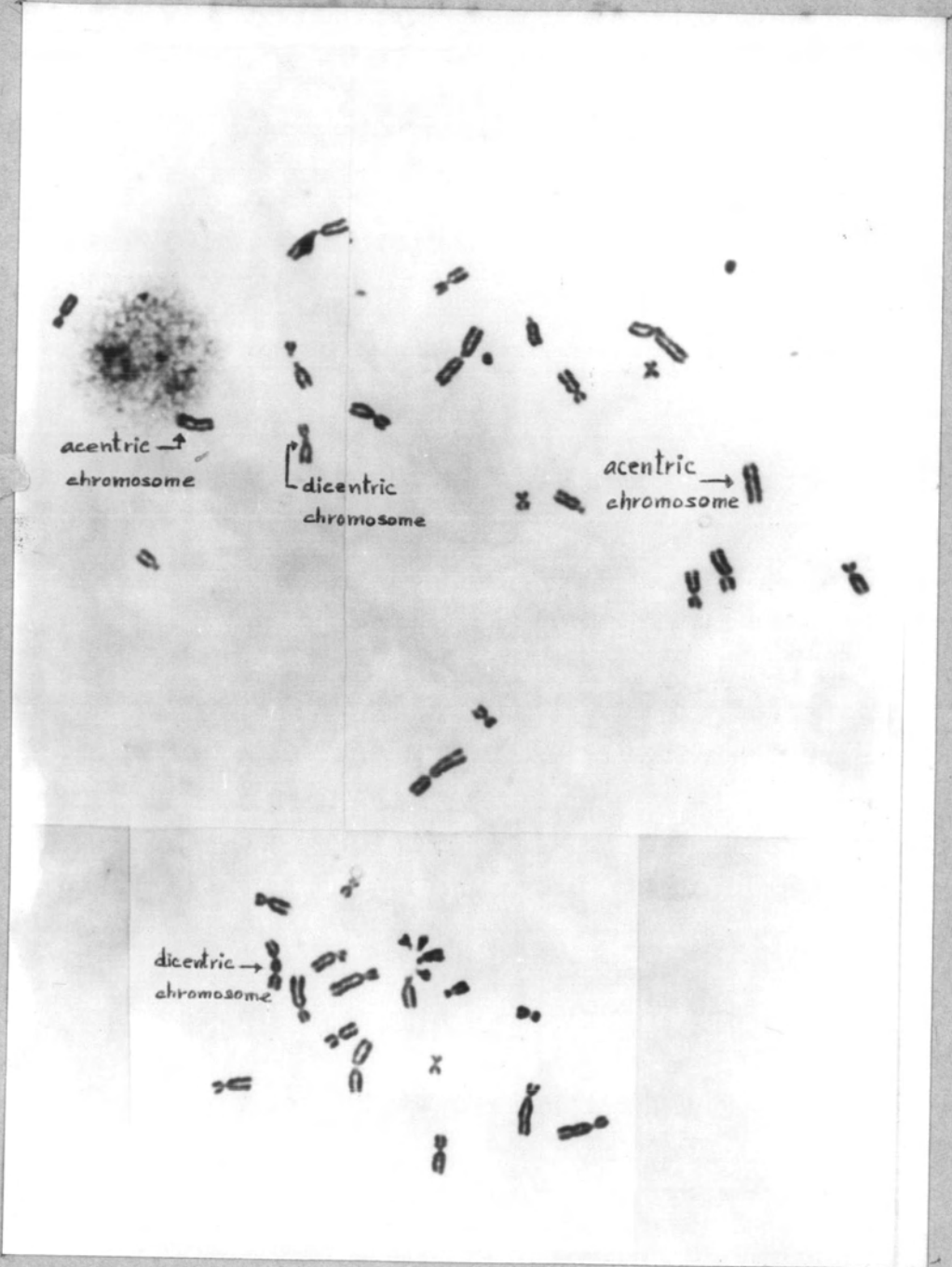
รูปที่ 23 แสดงคาริโอไทป์ของผู้ป่วยหญิง เมื่อได้รับรังสีขนาด 800 rads
 มี chromatid gap และ chromatid break เกิดขึ้น
 กำลังขยาย 1000 เท่า



รูปที่ 24 แสดงคาริโอไทป์ของ ~~ผู้ไม่หญิง~~ เมื่อได้รับรังสีขนาด 1,600 rads มี ring chromosome เกิดขึ้น กำลังขยาย 1000 เท่า



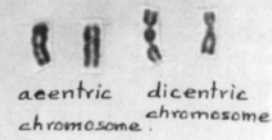
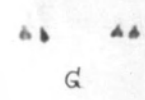
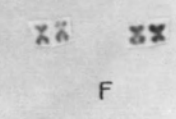
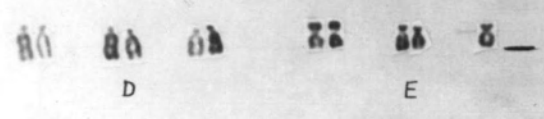
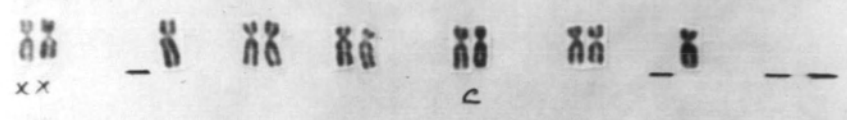
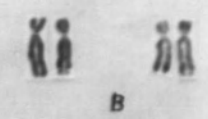
รูปที่ 25 แสดงคาริโอไทป์ของมนุษย์ปกติ เมื่อได้รับรังสีขนาด 1,600 rads มี acentric chromosome extrachromosome กำลังขยาย 1000 เท่า



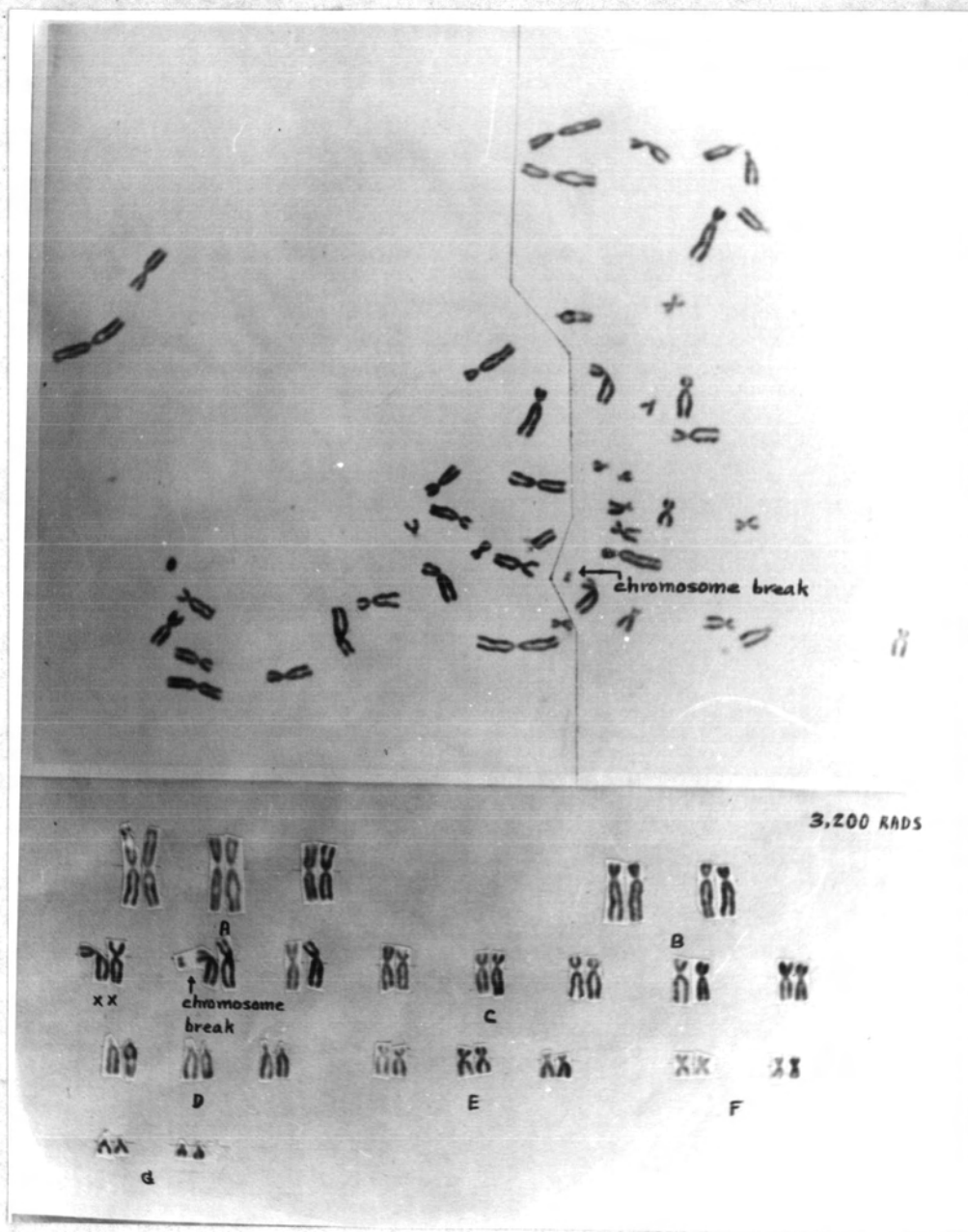
รูปที่ 26 แสดงคาริโอไทป์ของผู้ป่วยหญิง เมื่อได้รับรังสีขนาด 3,200 rads มี dicentric chromosome และ acentric chromosome เกิดขึ้น
กำลังขยาย 1000 เท่า



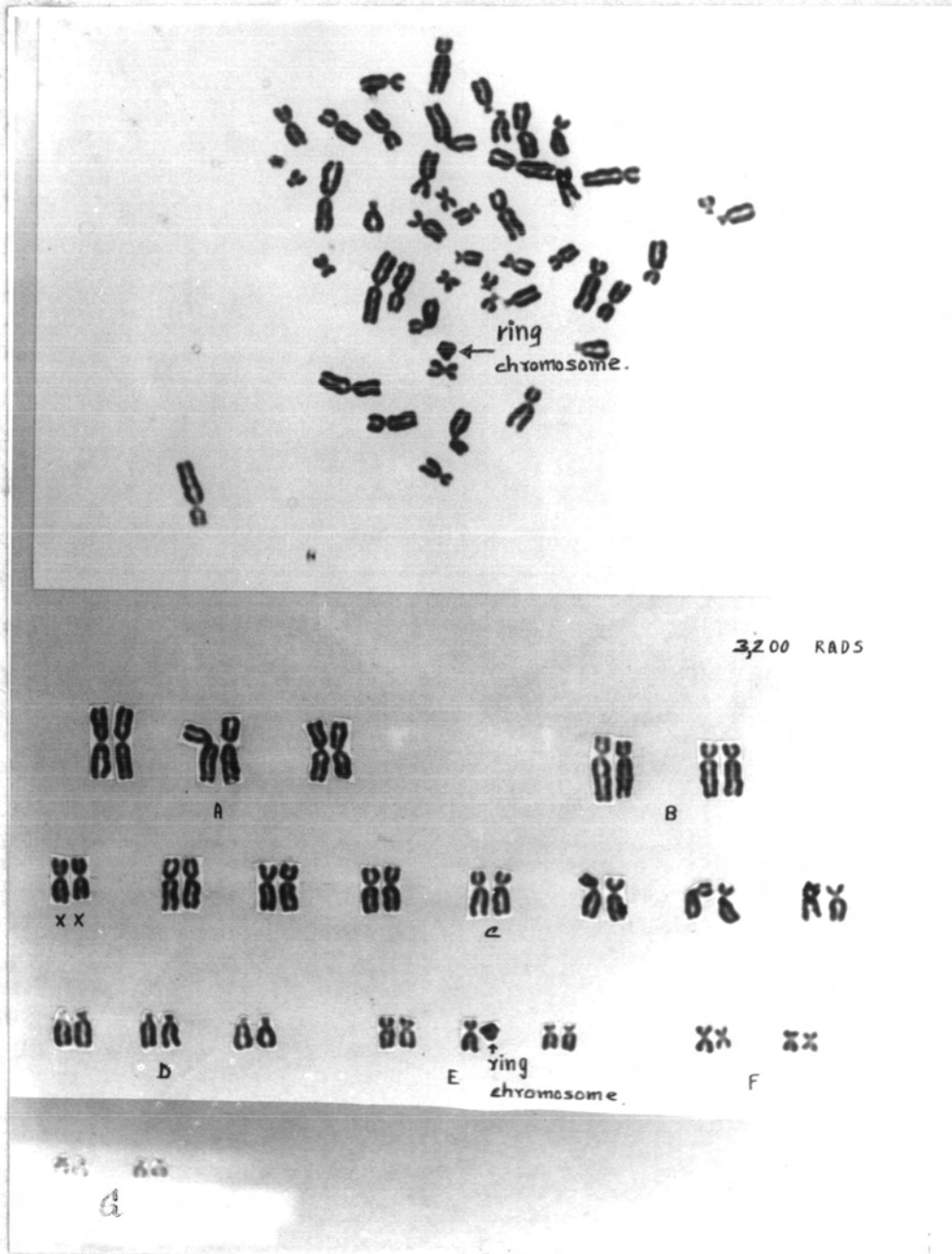
3,200 KADS



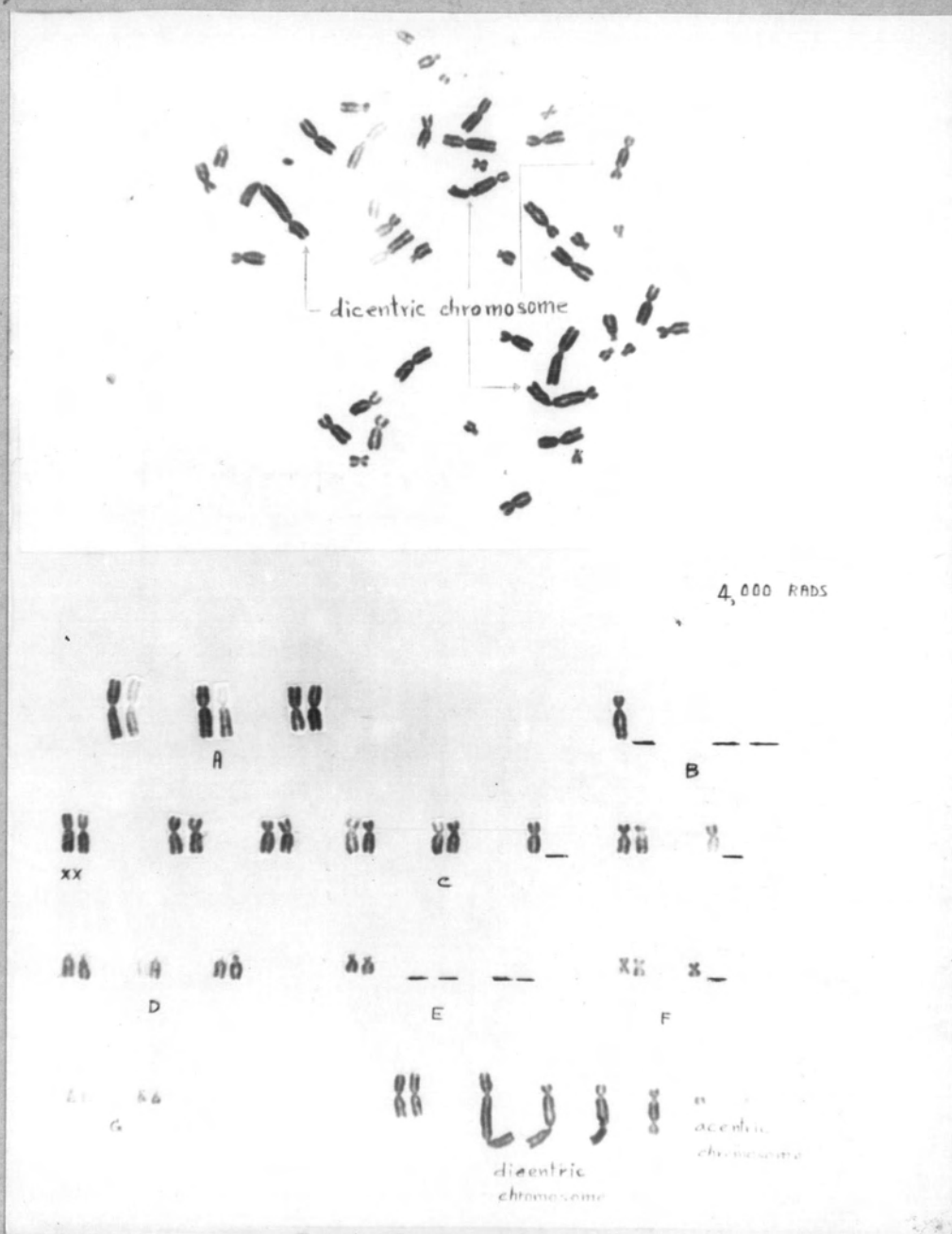
acentric dicentric
chromosome chromosome



รูปที่ 27 แสดงคาริโอไทป์ของอู่น้ำหญิง เมื่อได้รับรังสีขนาด 3,200 rads มี chromosome break เกิดขึ้น กำลังขยาย 1000 เท่า



รูปที่ 28 แสดงคาริโอไทป์ของ ³²P₃₂ เมื่อได้รับรังสีขนาด 3,200 rads
 มี ring chromosome เกิดขึ้น
 กำลังขยาย 1000 เท่า



รูปที่ 29 แสดงการไอโทพของมนุษย์หญิง เมื่อได้รับรังสีขนาด
 4,000 rads มี dicentric chromosome, acentric
 chromosome และ extrachromosome เกิดขึ้น
 กำลังขยาย 1000 เท่า