

การศึกษาการหักของโครโมโซม ในผู้ป่วยที่รักษาโรคมะเร็งด้วยรังสี



นาย ศุภฤกษ์ รุ่งเจี๊ยงฟ้า

003859

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาพฤกษศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2524

A Study of Chromosome Breakage in Cancer Patient
Treated with Radiation

Mr. Suparerg Rungjeadpha

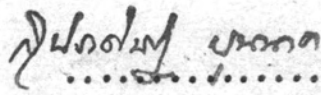
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Botany
Graduate School
Chulalongkorn University

1981

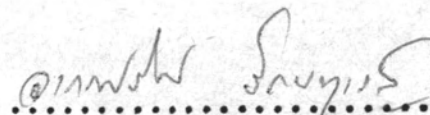
หัวข้อวิทยานิพนธ์
โดย
ภาควิชา
อาจารย์ที่ปรึกษา


การศึกษาการหักของโครโมโซม ในผู้ป่วยที่รักษาโรคมะเร็งด้วยรังสี
นาย ศุภฤกษ์ รุ่งเจี๊ยงฟ้า
พฤกษศาสตร์
รองศาสตราจารย์ พรรณี ชีโนรักษ์
อาจารย์แพทย์หญิง อรศรี รมะนิมันท์

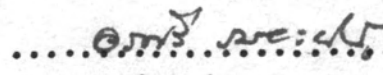
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาคำหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

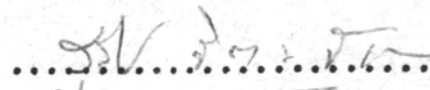
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประคิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อานันท์รัตน์ รัตนสารต)

 กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พรรณี ชีโนรักษ์)

 กรรมการ
(อาจารย์แพทย์หญิง อรศรี รมะนิมันท์)

 กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิง สุวิทย์ สุธีฐาน)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาการหักของโครโมโซม ในผู้ป่วยที่รักษาโรคมะเร็งด้วยรังสี
ชั้นนิต นายศุภฤกษ์ รุ่งเจี๊ยงฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ พรรณี ชิโนรักษ์
อาจารย์แพทย์หญิง อรศรี รมยะนันท์
ภาควิชา พฤษศาสตร์
ปีการศึกษา 2523



บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาการตอบสนองต่อรังสีในผู้ป่วยที่รักษาโรคมะเร็งด้วยรังสี ว่าเมื่อผู้ป่วยได้รับรังสีที่ใช้ในการรักษาโรคมะเร็งปริมาณต่าง ๆ กัน จะเกิดการหักของโครโมโซมชนิดใดขึ้นและมากน้อยเท่าใด โดยศึกษาจากผู้ป่วยไทยที่แต่งงานแล้ว และเป็นมะเร็งปากมดลูกจำนวน 10 คน ของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ซึ่งมีอายุอยู่ระหว่าง 25 ถึง 40 ปี ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับในการรักษาโรคมะเร็งให้ทั้งหมด 4,000 rads โดยให้รับรังสีติดต่อกัน 20 วัน ๆ ละ 200 rads การวิเคราะห์โครโมโซมของผู้ป่วยทำการเพาะเลี้ยงเม็ดเลือดขาวด้วย microtechnique ปรับปรุงจากวิธีของ Moorhead และคณะ (1960) วิเคราะห์และศึกษาโครโมโซม ใน 100 เมตคาเฟสของผู้ป่วยแต่ละคนที่ ก่อนได้รับรังสี (0 rad), ใ้ได้รับปริมาณรังสีขนาด 200, 400, 800, 1,600, 3,200 และ 4,000 rads ตามลำดับ

จากการศึกษาพบว่า จำนวนเฉลี่ยของโครโมโซมที่หัก (chromosome break, chromatid break, chromosome gap, chromatid gap) และจำนวนเฉลี่ยของโครโมโซมที่มีลักษณะผิดปกติแต่ละลักษณะ (ring chromosome, dicentric chromosome, acentric chromosome) ในแต่ละปริมาณของรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจะมีจำนวนแตกต่างกันทางสถิติ (F-test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

จำนวนค่าเฉลี่ยของโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด (โครโมโซมที่หักและโครโมโซมที่มีลักษณะผิดปกติ) จำนวนเฉลี่ยเฉพาะโครโมโซมที่หัก และจำนวนเฉลี่ยของ acentric chromosome มีสหสัมพันธ์กับปริมาณของรังสีที่คนไข้ได้รับปริมาณต่าง ๆ กัน และมีสมการรีเกรชันแบบ quadratic regression ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95 %

ส่วนจำนวนเฉลี่ยของ dicentric chromosome จะมีสหสัมพันธ์กับปริมาณของรังสีที่ผู้ป่วยได้รับปริมาณต่าง ๆ กัน และมีสมการรีเกรชันแบบ cubic regression (เมื่อคิด 10 ชั่วโมง) และแบบ quatic regression (เมื่อคิด 4 ชั่วโมง) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95 %

พบว่า การหักของโครโมโซมแบบ chromatid break และ chromatid gap มีมากกว่าการหักของโครโมโซมแบบ chromosome break และ chromosome gap ในกลุ่มของโครโมโซมกลุ่ม C จะมีการหักของโครโมโซมมากกว่า — โครโมโซมอื่น ๆ ผู้ป่วยก่อนได้รับรังสีจะพบว่าการหักของโครโมโซมเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อได้รับรังสี ปริมาณต่าง ๆ และจะไม่พบว่ามีโครโมโซมที่ผิดปกติ (ring chromosome, dicentric chromosome, acentric chromosome) ในกลุ่ม control นี้เลย.

Thesis Title A Study of Chromosome Breakage in Cancer
 Patient Treated with Radiation
Name Mr. Suparerg Rungjeadpha
Thesis Advisor Associate Prof. Pannee Chinorak
 Lecturer Orasri Romyanan M.D.
Department Botany
Academic Year 1980

Abstract

Chromosome aberrations in Cancer Patient Treated with Radiation, were studied. Analysis was made in 10 female patients between 25 to 40 years old. Therapeutic dose is totally 4,000 rads , treated in dividing dose of 200 rads for 20 days. Chromosome analysis and karyotype were examined by microtechnique (modified from Moorhead, etal, 1960) on 100 metaphase cells. A karyotype of the patients at each therapeutic dose of 0, 200, 400, 800, 1,600, 3,200 and 4,000 rads.

The results showed that the means of chromosome breakages (chromosome break, chromatid break, chromosome gap, chromatid gap) and chromosome abnormalities (ring chromosome, dicentric chromosome, acentric chromosome) in each therapeutic dose (0, 200, 400, 800, 1,600, 3,200 and 4,000 rads.) were significantly different at 1 % level

The means of chromosome aberrations (chromosome breaks and chromosome abnormalities). In each chromosome breaks and acentric chromosome are correlated with every therapeutic dose. Quadatic regression are significantly different at 5 % level.

The means of dicentric chromosome is correlated with every therapeutic dose. Cubic regression (for 10 rep) and quatic regression (for 4 rep) are significantly different at 5 % level

The chromatid breaks and chromatid gaps were more commonly observed than chromosome breaks and chromosome gaps. The chromosomes in group C are more affected than any another groups. Chromosome aberrations not seen in the control patients.

กิติกรรมประกาศ



งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือจากบุคคลที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย
ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ พรรณี ชีโนรักษ์ และอาจารย์แพทย์หญิงอรศรี
รณะนันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองท่าน ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ อันเป็นประโยชน์
ช่วยแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่อง ตลอดจนอุปสรรคต่าง ๆ ให้ลุล่วงไปอย่างเอาใจใส่ใกล้ชิด
ตลอดเวลา ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิงสุรีย์ วิจิตรฐาน ที่กรุณาให้ความ
สะดวกและช่วยเหลือในการศึกษาโครโมโซมของผู้ป่วยโรคมะเร็ง ขอขอบพระคุณสัทิวแพทย์
ชินวร พรหมชัยนันท์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ขอขอบพระคุณอาจารย์สง่า ดวงรัตน์
อาจารย์เกษรา จอนสัน อาจารย์เสาวนีย์ พิสิฎพัทธ์ และ คุณวรรณ แก้วมงคล ที่ได้ให้คำ
ปรึกษาแนะนำ รวมทั้งทางค่านวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณนาฎยา รัตนไชยพันธ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือแนะนำเกี่ยวกับ
เทคนิควิธีการ รวมทั้งพยาบาล เจ้าหน้าที่ในภาควิชารังสี ผู้ป่วยโรงพยาบาลจุฬาฯ
ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้ ทุกท่านด้วย

อนึ่ง ค่าใช้จ่ายในการวิจัยครั้งนี้ส่วนหนึ่ง ได้รับทุนสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.	ช
รายการตารางประกอบ.	ญ
รายการรูปประกอบ.	ฆ
บทที่	
1. บทนำ.	1
2. วิธีดำเนินการวิจัย.	23
3. ผลการวิจัย.	27
4. การอภิปรายผลการวิจัย.	87
5. สรุป.	93
เอกสารอ้างอิง.	95
ภาคผนวก.	102
ประวัติ.	143



รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
1 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติในบุคคลที่ได้รับรังสีจากระเบิดปรมาณู จากสงครามโลกครั้งที่สองที่ Hiroshima และ Nagasaki ทำการทดลองในปี 1967.	14
2 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติในบุคคลที่ได้รับรังสีจากระเบิดปรมาณู จากสงครามโลกครั้งที่สอง ทำการทดลองในปี 1969.	15
3 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติ ในเม็ดเลือดขาว ในหลอดทดลอง อันเนื่องมาจากรังสี.	17
4 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติ ในเม็ดเลือดขาวในหลอดทดลอง อันเนื่องมาจากรังสีเอกซ์.	18
5 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติ ในเม็ดเลือดขาวในหลอดทดลองเมื่อ ได้รับรังสีแกมมาขนาด 400 rads.	19
6 แสดงขนาดของรังสีเอกซ์ที่รักษาผู้ป่วยที่ต่อม thymus เมื่อ ตอนรุ่นเด็ก.	20
7 แสดงโครโมโซมที่ผิดปกติ ในผู้ป่วยที่รักษาโรคที่ต่อม thymus ด้วยรังสีเอกซ์.	21
8 แสดงจำนวนการหักและการผิดปกติแบบต่างๆ ของโครโมโซม ที่ได้รับรังสีในปริมาณต่างๆ ต่อ 100 เมกตาเฟส ในผู้ป่วยคนที่ 1	28
9 แสดงจำนวนการหักและการผิดปกติแบบต่างๆ ของโครโมโซม ที่ได้รับรังสีในปริมาณต่างๆ ต่อ 100 เมกตาเฟส ในผู้ป่วยคนที่ 2	30

10	แสดงจำนวนการหักและการผิดปกติแบบต่างๆ ของโครโมโซม ที่ได้รับรังสีในปริมาณต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟส ในผู้ป่วยคนที่ 3	32
11	แสดงจำนวนการหักและการผิดปกติแบบต่างๆ ของโครโมโซม ที่ได้รับรังสีในปริมาณต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟส ในผู้ป่วยคนที่ 4	34
12	แสดงจำนวนการหักและการผิดปกติแบบต่างๆ ของโครโมโซม ที่ได้รับรังสีในปริมาณต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟส ในผู้ป่วยคนที่ 5	36
13	แสดงจำนวนการหักและการผิดปกติแบบต่างๆ ของโครโมโซม ที่ได้รับรังสีในปริมาณต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟส ในผู้ป่วยคนที่ 6	38
14	แสดงจำนวนการหักและการผิดปกติแบบต่างๆ ของโครโมโซม ที่ได้รับรังสีในปริมาณต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟส ในผู้ป่วยคนที่ 7	40
15	แสดงจำนวนการหักและการผิดปกติแบบต่างๆ ของโครโมโซม ที่ได้รับรังสีในปริมาณต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟส ในผู้ป่วยคนที่ 8	42
16	แสดงจำนวนการหักและการผิดปกติแบบต่างๆ ของโครโมโซม ที่ได้รับรังสีในปริมาณต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟส ในผู้ป่วยคนที่ 9	44
17	แสดงจำนวนการหักและการผิดปกติแบบต่างๆ ของโครโมโซม ที่ได้รับรังสีในปริมาณต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟส ในผู้ป่วยคนที่ 10	46

18 แสดงจำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดในปริมาณรังสีที่ได้รับขนาด
ต่างๆ กัน คือ 100 เมตตาเฟส ในผู้ป่วยทั้งหมด 10 คน..... 47

19 แสดงจำนวนการหักของโครโมโซมทั้งหมด ในปริมาณรังสีขนาดต่างๆ
ที่ได้รับคือ 100 เมตตาเฟสในผู้ป่วยทั้งหมด 10 คน 47

20 แสดงการวิเคราะห์หาเวียนซ์ ของจำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด
ในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ได้รับคือ 100 เมตตาเฟสในผู้ป่วยทั้งหมด
10 คน (ขนาดรังสี 0 ถึง 3,200 rads) 50

21 แสดงค่าเฉลี่ยและDuncant's multiple ranges test.
ของจำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด ในปริมาณรังสีต่างๆ
ที่ได้รับ คือ 100 เมตตาเฟสในผู้ป่วยทั้งหมด 10 คน
(ขนาดรังสี 0 ถึง 3,200 rads.) 50

22 แสดงการวิเคราะห์หาเวียนซ์ ของจำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติ
ทั้งหมดในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ได้รับคือ 100 เมตตาเฟส
ในผู้ป่วยทั้งหมด 4 คน (ขนาดรังสี 0 ถึง 4,000 rads.)..... 53

23 แสดงค่าเฉลี่ย และ Duncant's multiple ranges test.
ของจำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมดในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ไ้
รับคือ 100 เมตตาเฟสในผู้ป่วยทั้งหมด 4 คน (ขนาดรังสี 0
ถึง 4,000 rads.)..... 53

24 แสดงการวิเคราะห์หาเวียนซ์ ของจำนวนโครโมโซมที่หักทั้งหมด
ในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ได้รับคือ 100 เมตตาเฟสในผู้ป่วยทั้งหมด
10 คน (ขนาดรังสี 0 ถึง 3,200 rads.)..... 56

25	แสดงค่าเฉลี่ยและ Duncant's multiple ranges test ของจำนวนโครโมโซมที่หักทั้งหมดในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ได้รับต่อ 100 เมตตาเฟสในผู้ป่วยทั้งหมด 10 คน (ขนาดรังสี 0 ถึง 3,200 rads.)	56
26	แสดงการวิเคราะห์หว่าเรียนซ์ ของจำนวนโครโมโซมที่หักทั้งหมด ในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ได้รับต่อ 100 เมตตาเฟสในผู้ป่วยทั้งหมด 4 คน (ขนาดรังสี 0 ถึง 4,000 rads.).....	57
27	แสดงค่าเฉลี่ย และ Duncant's multiple ranges test ของจำนวนโครโมโซมที่หักทั้งหมด ในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ได้รับต่อ 100 เมตตาเฟสในผู้ป่วยทั้งหมด 4 คน (ขนาดรังสี 0 ถึง 4,000 rads.)	59
28	แสดงจำนวน dicentric chromosome ในปริมาณของรังสีที่ได้รับขนาดต่างๆ กัน ต่อ 100 เมตตาเฟสในผู้ป่วยทั้งหมด 10 คน	59
29	แสดงจำนวน acentric chromosome ในปริมาณรังสีขนาดต่างๆ ที่ได้รับต่อ 100 เมตตาเฟสในผู้ป่วยทั้งหมด 10 คน	60
30	แสดงการวิเคราะห์หว่าเรียนซ์ ของจำนวน dicentric chromosome ในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ได้รับต่อ 100 เมตตาเฟส ในผู้ป่วยทั้งหมด 10 คน (ขนาดรังสี 0 ถึง 3,200 rads.)	62
31	แสดงค่าเฉลี่ย และ Duncant's multiple ranges test ของจำนวน dicentric chromosome ในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ได้รับต่อ 100 เมตตาเฟสในผู้ป่วยทั้งหมด 10 คน (ขนาดรังสี 0 ถึง 3,200 rads.).....	62

- 32 แสดงการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์ ของจำนวน dicentric chromosome ในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ได้รับต่อ 100 เมตตาเฟส ในผู้ป่วยทั้งหมด 4 คน (ขนาดรังสี 0 ถึง 4,000 rads.) 65
- 33 แสดงค่าเฉลี่ย และ Duncant's multiple ranges test ของจำนวน dicentric chromosome ในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ได้รับต่อ 100 เมตตาเฟสในผู้ป่วยทั้งหมด 4 คน (ขนาดรังสี 0 ถึง 4,000 rads.) 65
- 34 แสดงการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์ ของจำนวน acentric chromosome ในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ได้รับต่อ 100 เมตตาเฟส ในผู้ป่วยทั้งหมด 10 คน (ขนาดรังสี 0 ถึง 3,200 rads.) 68
- 35 แสดงค่าเฉลี่ยและ Duncant's multiple ranges test ของจำนวน acentric chromosome ในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ได้รับต่อ 100 เมตตาเฟสในผู้ป่วยทั้งหมด 10 คน (ขนาดรังสี 0 ถึง 3,200 rads.) 68
- 36 แสดงการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์ ของจำนวน acentric chromosome ในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ได้รับต่อ 100 เมตตาเฟส ในผู้ป่วยทั้งหมด 4 คน 69
- 37 แสดงค่าเฉลี่ย และ Duncant's multiple ranges test ของจำนวน acentric chromosome ในปริมาณรังสีต่างๆ ที่ได้รับต่อ 100 เมตตาเฟสในผู้ป่วยทั้งหมด 4 คน (ขนาดรังสี 0 ถึง 4,000 rads.) 71
- 38 แสดงการเปรียบเทียบการหักของโครโมโซมในคนปกติ 89

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
1. แสดงผลของรังสีต่ออะตอมของเซลล์	5
2. แสดงวงจรของเซลล์ (mitosis cycle)	6
3. แสดงการหักของโครโมโซมจากรังสี	8
4. แสดงการเกิด translocation ของโครโมโซม	8
5. แสดงการเกิด ring chromosome	9
6. แสดงการเกิด isochromosome	9
7. แสดงรูปภาพของโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด ในปริมาณรังสีขนาด ต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟส และสมการวีเกอร์ชชัน (คิดจากข้อมูล 10 คน ขนาดรังสี 0 ถึง 3,200 rads.)	49
8. แสดงรูปภาพของโครโมโซมที่ผิดปกติทั้งหมด ในปริมาณรังสีขนาด ต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟสและสมการวีเกอร์ชชัน (คิดจากข้อมูล 4 คน, ขนาดรังสี 1 ถึง 4,000 rads.)	52
9. แสดงรูปภาพของโครโมโซมที่หักทั้งหมด ในปริมาณรังสีขนาดต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟสและสมการวีเกอร์ชชัน (คิดจากข้อมูล 10 คน, ขนาดรังสี 0 ถึง 3,200 rads.)	55
10. แสดงรูปภาพของโครโมโซมที่หักทั้งหมด ในปริมาณรังสีขนาดต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟสและสมการวีเกอร์ชชัน (คิดจากข้อมูล 4 คน, ขนาดรังสี 0 ถึง 4,000 rads.)	58
11. แสดงรูปภาพของ dicentric chromosome. ในปริมาณรังสี ขนาดต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟสและสมการวีเกอร์ชชัน (คิดจาก ข้อมูล 10 คน, ขนาดรังสี 0 ถึง 3,200 rads.)	61

12	แสดงรูปภาพของ dicentric chromosome ในปริมาณรังสีขนาด ต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟสและสมการรีเกรซัน (คิดจากข้อมูล 4 คน, ขนาดรังสี 0 ถึง 4,000 rads.)	64
13	แสดงรูปภาพของ acentric chromosome ในปริมาณรังสีขนาด ต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟส และสมการรีเกรซัน (คิดจากข้อมูล 10 คน, ขนาดรังสี 0 ถึง 3,200 rads.)	67
14	แสดงรูปภาพของ acentric chromosome ในปริมาณรังสีขนาด ต่างๆ ต่อ 100 เมตตาเฟส และสมการรีเกรซัน (คิดจากข้อมูล 4 คน, ขนาดรังสี 0 ถึง 4,000 rads.)	70
15	แสดงคาริโอไทป์ของผู้ป่วยหญิงก่อนได้รับรังสี (0 rad)	72
16	แสดงคาริโอไทป์ของผู้ป่วยหญิงก่อนได้รับรังสี (0 rad)	73
17	แสดงคาริโอไทป์ และ chromatid break ของผู้ป่วยหญิงเมื่อได้รับ รังสีขนาด 200 rads.	74
18	แสดงคาริโอไทป์ และ chromatid gap ของผู้ป่วยหญิง เมื่อได้รับ รังสีขนาด 200 rads.	75
19	แสดงคาริโอไทป์ การเกิด dicentric chromosome และ acentric chromosome ของผู้ป่วยหญิง เมื่อได้รับรังสีขนาด 400 rads.	76
20	แสดงคาริโอไทป์ การเกิด chromatid break และ chromatid gap ของผู้ป่วยหญิง เมื่อได้รับรังสีขนาด 400 rads.	77
21	แสดงคาริโอไทป์ และ chromosome gap ของผู้ป่วยหญิง เมื่อได้รับ รังสีขนาด 400 rads.	78
22	แสดงคาริโอไทป์ และ ring chromosome ของผู้ป่วยหญิง เมื่อได้รับ รังสีขนาด 800 rads.	79

- 23 แสดงคาริโอไทป์ การเกิด chromatid gap และ chromatid break ของยิวยหึ่ง เมื่อได้รับรังสีขนาด 800 rads. 80
- 24 แสดงคาริโอไทป์ การเกิด ring chromosome ของยิวยหึ่ง เมื่อได้รับรังสีขนาด 1,600 rads. 81
- 25 แสดงคาริโอไทป์ การเกิด acentric chromosome และ extrachromosome ของยิวยหึ่ง เมื่อได้รับรังสีขนาด 1,600 rads. 82
- 26 แสดงคาริโอไทป์ การเกิด acentric chromosome และยิวยหึ่ง dicentric chromosome ของยิวยหึ่ง เมื่อได้รับรังสีขนาด 3,200 rads 83
- 27 แสดงคาริโอไทป์ และ chromosome break ของยิวยหึ่ง เมื่อได้รับรังสีขนาด 3,200 rads. 84
- 28 แสดงคาริโอไทป์ และ ring chromosome ของยิวยหึ่ง เมื่อได้รับรังสีขนาด 3,200 rads. 85
- 29 แสดงคาริโอไทป์ การเกิด dicentric chromosome acentric chromosome และ extrachromosome ของยิวยหึ่ง เมื่อได้รับรังสีขนาด 4,000 rads. 86