

TDF (Time-dose factor) ในการรักษามะเร็งปากมดลูกด้วย High และ Low dose rate

นพดล อัสวเมธา

หน่วยรังสีรักษาและเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาควิชารังสีวิทยา
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

TDF (Time-dose factor) in the treatment of carcinoma of the uterine cervix using high and low-dose rate

Nopadol Asavametha M.D.

*Division of Radiotherapy and Nuclear Medicine,
Department of Radiology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University*

This paper shows the calculation of the TDF of low and high dose rate intracavitary radiotherapy. TDF from different techniques are also shown. TDF for optimum therapy and a quick reference for high dose rate TDF are suggested. For high dose rate the TDF at point B is 16.7% of point A and it is 20.8% in low dose rate.

รายงานนี้แสดงการคำนวณค่า TDF ที่ได้จากการใส่แร่ Low และ High Dose Rate และแสดงค่า TDF ที่ได้จากการใส่แร่และฉายแสงในการรักษามะเร็งปากมดลูกแบบต่าง ๆ นอกจากนี้ยังเสนอแนะค่า TDF ที่เหมาะสมและการเปิดหาค่า TDF จากการใส่แร่แบบ High Dose Rate โดยไม่ต้องคำนวณ สำหรับการใส่แร่แบบ High Dose Rate, ค่า TDF ของจุด บี. เท่ากับร้อยละ 16.7 ของจุด เอ. และเท่ากับร้อยละ 20.8 ของจุด เอ. ใน Low Dose Rate

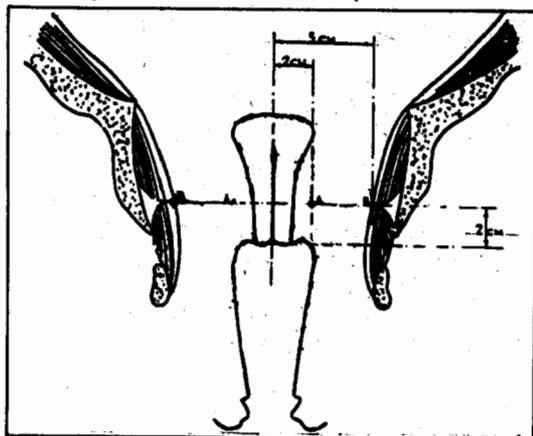
ในปัจจุบันนี้ได้เริ่มมีการใช้การใส่แร่ชนิด high dose rate ในการรักษามะเร็งปากมดลูก ในสถาบันหลายแห่งในประเทศไทย เทคนิคในการใส่แร่ตลอดจนปริมาณรังสีที่ใช้แต่ละครั้งนั้นต่าง

กันในสถาบันแต่ละแห่ง แต่ความแตกต่างนี้ก็มีในต่างประเทศเช่นกัน ถึงแม้ว่าสถาบันนั้นจะอยู่ในประเทศเดียวกัน รายงานนี้ต้องการแสดงวิธีคำนวณ TDF และ TDF ที่ได้จากการใส่แร่แบบต่าง ๆ โดยใช้การเรียงของแร่แบบ Manchester, ตลอดจนข้อเสนอแนะต่าง ๆ

วิธีการ

จาก Tod และ Meredith 1953⁽¹⁾ ถ้าใช้เรเดียมขนาด 15, 10, 10 มิลลิกรัม ในมดลูก และใช้ medium ovoid กับ spacer ซึ่งบรรจุด้วยเรเดียม 20, 20 มิลลิกรัม จะได้ปริมาณรังสีที่จุด เอ. 57.4 เบรินท์เกินต่อชั่วโมง

รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งของจุดเอและบี



จากหนังสือของ Johns⁽²⁾ ซึ่งใช้วิธีเดียวกัน จะได้ปริมาณรังสีที่จุด เอ. 54.4 radต่อชั่วโมง และที่จุด บี. 17 radต่อชั่วโมง (รูปที่ 1) ดังนั้น ปริมาณรังสีที่จุด บี. เท่ากับ 31.25% ของจุด เอ. ซึ่งจะใช้ในการคิด TDF ของจุด บี. ในรายงาน นี้ และ 1 เเรนท์เกิน เท่ากับ 0.95 rad.

การคำนวณ

จาก Orton 1974⁽³⁾

$$\text{TDF} = 4.76 \times 10^{-3} \cdot \text{ro}^{1.35} \cdot \text{T}$$

ro = dose rate หน่วยเป็น rad ต่อชั่วโมง

T = เวลาหน่วยเป็นชั่วโมง

หรือ
$$\text{TDF} = 1.57 (100 \text{ Dt})^{1.35} t^{-0.35} \times 10^{-3(4)}$$

Dt = ปริมาณรังสีหน่วยเป็นเกรย์

t = เวลาหน่วยเป็นวัน

สูตรทั้งสองนี้ เมื่อคำนวณใน low dose rate แล้วจะได้ค่า TDF เท่ากันแต่ถ้าใช้คำนวณใน high dose rate แล้วจะได้ค่า TDF สูงมาก ดังนั้นสำหรับ high dose rate จึงควรใช้สูตร

$$\text{TDF} = (100 \text{ Dt})^{1.538} \times \text{N}^{-0.369} \times \text{T}^{-0.169} \times 10^{-3(4)}$$

Dt = ปริมาณรังสีทั้งหมดหน่วยเป็นเกรย์

N = จำนวนครั้งที่ใส่แร่

T = เวลาที่ใช้ทั้งหมดในการใส่แร่หน่วยเป็นวัน

เมื่อใช้สูตรนี้แล้วค่า TDF ที่ได้จะใกล้เคียงกับ TDF ที่ได้จากการฉายแสงอาทิตย์ละครั้ง ของ Orton⁽⁵⁾

ส่วน decay factor ระหว่างการใส่แร่ low dose rate ก็ใช้ของ Orton⁽⁵⁾

$$\text{TDF total} = \text{TDF}_1 \times \left(\frac{\text{T}}{\text{T} + \text{R}}\right)^{0.11} + \text{TDF}_2$$

T = เวลาที่ใช้ใส่แร่

R = เวลาระหว่างใส่แร่หน่วยเป็นวัน

ผลการคำนวณ

การใส่แร่แบบ Manchester จะได้ TDF ที่จุด เอ. และ จุด บี. ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่า TDF ที่ได้จากการใส่แร่

ใส่แร่แบบ low dose rate ครั้งละ	TDF ที่จุด	
	เอ.	บี.
48 ชั่วโมง	50.5	10.5
56 ชั่วโมง	58.9	12.25
70 ชั่วโมง	73.6	15.3
72 ชั่วโมง	75.7	15.75

การใส่แร่แบบ high dose rate สัปดาห์ละครั้ง จะได้ TDF ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่า TDF ที่ได้จากการใส่แร่ High dose rate และ TDF ของ Orton เมื่อใช้ตารางการฉายแสงสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

ปริมาณรังสีต่อการใส่แร่ 1 ครั้ง	จำนวนครั้งที่ใส่	ที่จุด			
		เอ.		บี.	
		จำนวน	Orton	จำนวน	Orton
8.5 เกรย์	2	51.8	-	8.7	-
8.5 เกรย์	5	119.7	120	20	20
7.5 เกรย์	4	79.8	79	13.3	13.5
6.0 เกรย์	4	56.6	56	9.5	9.8
5.0 เกรย์	4	42.8	42	7.2	7.0

จากตารางที่ 2 นี้ จะเห็นว่าค่า TDF จากการคำนวณมีค่าเกือบเท่ากับค่า TDF จากตารางของ Orton

TDF ที่ได้จากการรักษาแบบต่าง ๆ

Meredith 1950⁽⁶⁾ ใช้ Manchester technique ในระยะที่ 1 และ 2 ใส่แร่ครั้งละ 4,000 เรนท์เกน 2 ครั้ง ห่างกัน 4 วัน ซึ่งจะได้ TDF ที่จุด เอ. เท่ากับ 140.6 ที่จุด บี. เท่ากับ 29.2 ในระยะที่ 3 และ 4 ใส่แร่ครั้งละ 3,500 เรนท์เกน 2 ครั้ง โดยใส่แร่อ่อนและหลังการฉายแสง ห่างกัน 3 สัปดาห์ ในช่วง 3 สัปดาห์จะฉายแสงที่จุด เอ. 2,400 เรนท์เกน และ 3,000 เรนท์เกน

ที่จุด บี. ซึ่งจะได้ TDF ที่จุด เอ. เท่ากับ 147.3 และที่จุด บี. เท่ากับ 70

แบบเยอรมัน (80-100 radต่อชั่วโมง)

ฉาย whole pelvis 2,400 rad แล้วปิดกลางฉายต่อถึง 4,000 rad ใน 4 สัปดาห์ ใส่แร่ 3 ครั้ง ครั้งละ 2,000 rad ห่างกันครั้งละ 2 สัปดาห์ โดยใส่ก่อนฉายแสง ระหว่างฉายแสงและหลังฉายแสง จะได้ TDF ที่จุด เอ. 148 และจุด บี. 88.5

Joslin 1984 (high dose rate)

ระยะที่ 1 และ 2 ใส่วัน 5 ครั้ง ๆ ละ 8.5 เกรย์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง และฉายแสง สัปดาห์ละ 4 ครั้ง โดยที่จุด เอ. ได้ 1.5 เกรย์ และจุด บี. 2.1 เกรย์ จากการฉายแสงและฉาย-แสง 16 ครั้ง รวมแล้วได้ TDF ที่จุด เอ. 152.5 และจุด บี. 75

ระยะที่ 3 และ 4 ฉายแสง whole pelvis ครั้งละ 2.25 เกรย์ 5 ครั้งต่อสัปดาห์นาน 4 สัปดาห์ และพัก 2 สัปดาห์ใส่วัน 2 ครั้ง ๆ ละ 8.5 เกรย์ ห่างกัน 1 สัปดาห์ จะได้ TDF ที่จุด เอ. 123.5 และที่จุด บี. 80.4

Turku Finland⁽⁷⁾ (high dose rate)

ฉายแสง whole pelvis 3,000 rad และปิด กลาง ฉายต่อถึง 5,000 rad ใส่วันหลังปิดกลาง 1 สัปดาห์ ใส่วัน 4 ครั้ง ๆ ละ 7.5 เกรย์ สัปดาห์ ละครั้ง TDF ที่จุด เอ. 124.4 และจุด บี. 92.4

สรุป

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าปริมาณรังสีที่จุด เอ. เทียบได้เท่ากับการฉายแสง 7,500 rad ใน 7.5 สัปดาห์ขึ้นไป ตาม Meredith⁽⁶⁾ ให้ค่าที่เหมาะสมที่สุดคือ 8,000 rad ใน 10 วัน ที่จุด เอ.

จากตารางที่ 1 และ 2 จะเห็นว่า TDF ที่จุด บี. เท่ากับ 20.8% ของจุด เอ. ใน low dose rate และเท่ากับ 16.7% ของจุด เอ. ใน high dose rate ดังนั้นใน high dose rate หากต้องการให้ได้ TDF ที่จุด บี. ได้เท่า low dose rate แล้ว ก็ต้องฉายที่จุด บี. เพิ่มขึ้นอีก และถ้าคิดว่าปริมาณรังสี 5,000 rad ใน 5 สัปดาห์ เหมาะสำหรับ microscopic disease แล้วก็ต้องได้ TDF ที่จุด บี. อย่างน้อย 82 และจาก Hall⁽⁸⁾ dose rate ที่ใช้อย่างน้อยควรเป็น 30 rad ต่อชั่วโมง และ 720 ถึง 990 rad ต่อ cell cycle สุดท้ายคือ ถ้าต้องการทราบ TDF ของ high dose rate แล้วสามารถใช้ตารางของ Orton⁽⁵⁾ ได้ ส่วนการจะรักษาให้ได้ TDF ที่เหมาะสมก็คงต้องขึ้นกับสถาบันต่าง ๆ

ตารางที่ 3 แสดงค่า TDF ที่ได้จากการใส่วันและการฉายแสงแบบต่าง ๆ

วิธีการรักษา		TDF เอ.	TDF บี.
Low dose rate			
Meredith	ระยะ 1 และ 2	140.6	29.2
	ระยะ 3 และ 4	147.3	70
German		148	88.5
High dose rate			
Joslin	ระยะ 1 และ 2	152.5	75
	ระยะ 3 และ 4	123.5	80.4
Turku		124.4	92.4

เอกสารอ้างอิง

1. Tod M, Meredith W J. Treatment of cancer of the cervix uteri-A revised "Manchester Method". Br J Radiol 1953; 26 (305): 252-7.
2. Johns H E, Cunningham J R. The Physics of Radiology. Illinois: Charles C Thomas, 1974: 516.
3. Orton C G. Time-dose factors (TDFs) in brachytherapy. Br J Radiol 1974; 47: 603-7.
4. Taina E, Vanhatalo J. TDF (Time-dose factor) analysis of high (Co^{60} , Cathetron) and low dose-rate (radium) intracavitary radiotherapy for uterine carcinoma. Acta Obstet Gynecol Scand 1981; 103 (suppl): 67-71.
5. Orton C G, Ellis F. A Simplification in the use of the NSD concept in practical radiotherapy. Br J Radiol 1973; 46: 529-37.
6. Meredith W J. Dosage distribution and dosage in carcinoma of the uterine cervix. Radiology 1950; 54: 386-90.
7. Taina E. Complications following high and low dose-rate intracavitary radiotherapy for stage I-II cervical carcinoma: A comparison of remotely afterloaded Co^{60} (Cathetron) and conventional radium therapy. Acta Obstet Gynecol Scand 1981; 103 (suppl): 39-49.
8. Hall E J. Radiobiology for the radiologist. Philadelphia: Harper & Row, 1978: 155.