

Simultaneous Integrated Boost (SIB)

รังสีฉายชนิดแบบง่ายๆ

พรทิพย์ เอี่ยมพงษ์ไพบูลย์*, นवलเพ็ญ ดำรงกิจอุดม**

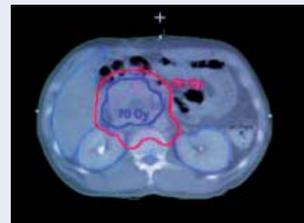
* สาขาวิชารังสีรักษา ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

** ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล

การฉายรังสี SIB เป็นวิธีฉายรังสีที่สามารถกำหนดปริมาณรังสีที่แตกต่างกันให้ก่อนมะเร็งในจำนวนครั้งการฉายรังสีที่เท่ากัน ซึ่งปัจจุบันนิยมนำเทคนิคนี้มารักษาผู้ป่วยมะเร็งโพรงหลังจมูก โดยใช้เทคโนโลยีที่สูงขึ้น มีการวางแผนการรักษาแบบรังสีสามมิติแปรความเข้มและฉายรังสีด้วยเครื่องฉายรังสีที่ประกอบด้วย multileaf collimator (MLC) ชนิดเคลื่อนที่ได้ขณะให้รังสีแก่ผู้ป่วย กำหนดปริมาณรังสี 69.96 Gy แก่ก้อนมะเร็งชนิด high risk , ปริมาณรังสี 59.4 Gy แก่ก้อนมะเร็งชนิด intermediate risk ในจำนวนการฉาย 33 ครั้งตาม RTOG0225 ถ้าไม่มีเทคนิควางแผนการรักษาแบบรังสีสามมิติแปรความเข้มและไม่มี MLC ชนิดเคลื่อนที่ได้ขณะให้รังสี หรือไม่มี MLC จะสามารถฉายรังสี SIB ได้หรือไม่ คำตอบคือสามารถทำ SIB รังสีสามมิติแบบง่ายๆ ได้ โดยใช้การวางแผนการรักษาสามมิติทั่วไป และถ้าเครื่องฉายรังสีไม่มี MLC ก็ใช้วัสดุกำบังรังสี เช่น ตะกั่ว หรือการหล่ออัลลอยด์แทน แต่มีข้อจำกัดที่รูปแบบของก้อนมะเร็งต้องไม่ irregular มาก

ประเทศไทยเริ่มใช้เทคนิค SIB รังสีสามมิติแบบง่ายๆ ประมาณปีพุทธศักราช 2540 นำทีมโดยศาสตราจารย์ นายแพทย์พิทยภูมิ ภัทรนุภาพร และนักฟิสิกส์การแพทย์จากโรงพยาบาลศิริราช ซึ่งสมัยนั้นเราเรียกเทคนิคนี้ว่า field in field เพราะเป็นฉายรังสีทั้งขนาดลำรังสีใหญ่ และขนาดลำรังสีขนาดเล็ก ต่อ1ครั้งการฉาย โดยพัฒนาจาก

เทคนิคการวางแผนรักษาแบบรังสีสามมิติเป็นเทคนิค SIB เพื่อให้ปริมาณรังสีที่แตกต่างกันให้ก้อนมะเร็งในจำนวนครั้งการฉายรังสีที่เท่ากัน ตามแผนการรักษาของรังสีแพทย์ เช่น รังสีแพทย์กำหนดปริมาณรังสี 70Gy แก่ก้อนมะเร็ง A (สีน้ำเงิน) และปริมาณรังสี 50Gy แก่ก้อนมะเร็ง B (สีแดง) ในการฉายรังสี 35 ครั้ง ดังรูปที่ 1



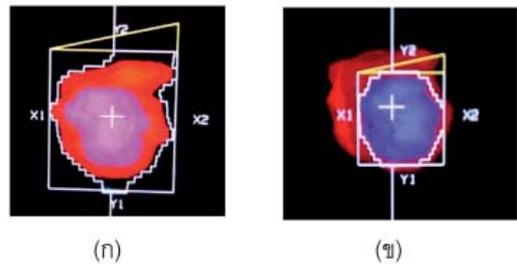
รูปที่ 1 แสดงภาพตัดขวาง กำหนดตำแหน่งและบอกปริมาณรังสีของก้อนมะเร็ง A (70Gy) และ ก้อนมะเร็ง B (50Gy)

แนวคิดเทคนิค SIB รังสีสามมิติแบบง่ายๆ ดูผลของรังสีจากตารางที่ 1 Time, Dose and Fractionation factors for five fractions per week (TDF table 5) พบว่าค่า TDF=115 ได้ปริมาณรังสีเท่ากับ 70 Gy จากการฉายรังสี 2 Gy/ครั้งใน 35 ครั้ง และ ค่า TDF=82 ได้ปริมาณรังสีเท่ากับ 50 Gy จากการฉายรังสี 2 Gy/ครั้งใน 25 ครั้ง ตามแผนการรักษาของรังสีแพทย์กำหนด

ปริมาณรังสีที่ให้แก่อ่อนมะเร็ง A เท่ากับ 70 Gy ด้วยการฉาย 2Gy/ครั้ง ใน 35 ครั้ง (TDF=115) วิธีคิดเริ่มจากให้ปริมาณรังสี 2 Gy/ครั้งนั้นเป็น 100% แล้วคำนวณหาว่าต้องให้ปริมาณรังสีเป็นกี่ % แก่อ่อนมะเร็ง B เพื่อให้รับผลของรังสีเท่ากับ 50 Gy (TDF=82) ด้วยการฉาย 35 ครั้ง การคำนวณดูจากตาราง TDF table 5 พบว่า ถ้าต้องการผลของรังสีเท่ากับ TDF=82 ด้วยการฉาย 35 ครั้งนั้น ต้องให้ปริมาณรังสีเท่ากับ 1.6 Gy/ครั้ง และจากการที่ให้ปริมาณรังสี 2 Gy/ครั้ง เป็น 100% ดังนั้นปริมาณรังสี 1.6 Gy คิดได้เป็น 80% ของปริมาณรังสี 2 Gy จึงสรุปได้ว่าปริมาณรังสีที่จะให้แก่อ่อนมะเร็ง B คือ 80%

วิธีการวางแผนเทคนิค SIB รังสีสามมิติแบบง่าย ๆ มีหลักการเหมือนการวางแผนรังสีสามมิติทั่วไป ที่พิเศษคือการพยายามให้การกระจายปริมาณรังสีเป็นไปตามแนวคิดที่คำนวณไว้ (ปริมาณรังสี 100% แก่อ่อนมะเร็ง A และปริมาณรังสี 80% แก่อ่อนมะเร็ง B) วิธีง่าย ๆ คือ ขั้นแรกเลือกเครื่องฉายรังสี ประเภทและพลังงานของลำรังสี กำหนดตำแหน่ง isocenter และเลือกทิศทางลำรังสีโดยทิศทางลำรังสีที่เลือกควรผ่านเนื้อเยื่อปกติให้น้อยที่สุด และพยายามหาทิศทางไม่ให้ลำรังสีผ่านอวัยวะสำคัญ ดังนั้นผู้วางแผนการรักษาควรทราบว่าอวัยวะใดเป็นอวัยวะสำคัญ อวัยวะสำคัญนั้นมีข้อจำกัดในการรับรังสีเป็นปริมาณเท่าไรที่จะไม่ก่อให้เกิดอาการข้างเคียง และควรสอบถามจากรังสีแพทย์ว่าอวัยวะสำคัญนั้นมีประสิทธิภาพการทำงานปกติหรือไม่อย่างไร แต่ถ้าจำเป็นที่ลำรังสีต้องผ่านอวัยวะสำคัญควรเลือกทิศทางที่ลำรังสีผ่านอวัยวะก่อนแล้วค่อยผ่านมาที่

อวัยวะสำคัญ คือให้อวัยวะสำคัญนั้นรับปริมาณรังสีขาออก (exit dose) เท่านั้น การเลือกทิศทางลำรังสีสามมิติดูจากภาพ beam's eye view ในกรณีตัวอย่างนี้ปกติจะเลือก 4-5 ทิศทางสำหรับก้อนมะเร็ง B และเลือก 2-3 ทิศทางสำหรับก้อนมะเร็ง A ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดขนาดลำรังสี ปกติการวางแผนรังสีสามมิติทั่วไปมีการกำหนดขนาดลำรังสีห่างจากก้อนมะเร็ง 0.8, 0.8, 1.2 และ 1.2 cm ไปทางซ้าย, ทางขวา, ทางศีรษะ และทางเท้าตามลำดับ เพื่อให้ปริมาณรังสี 100% กลุ่มก้อนมะเร็ง แต่การวางแผนเทคนิค SIB รังสีสามมิติแบบง่าย ๆ มีการกำหนดขนาดลำรังสีที่แตกต่างกัน คือ ขนาดลำรังสีห่างจากก้อนมะเร็ง 0, 0, 1 และ 1 cm ไปทางซ้าย, ทางขวา, ทางศีรษะ และทางเท้าตามลำดับทั้งก้อนมะเร็ง A (ขนาดลำรังสีเล็ก) และก้อนมะเร็ง B (ขนาดลำรังสีใหญ่) ดังรูปที่ 2

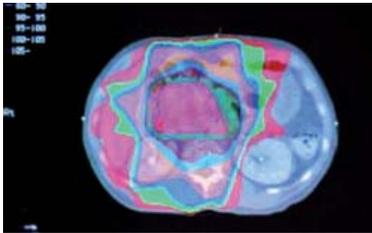


รูปที่ 2 แสดงขนาดลำรังสีของก้อนมะเร็ง B (ก) และขนาดลำรังสีของก้อนมะเร็ง A (ข)

ตารางที่ 1 แสดงค่า TDF table 5 ที่ฉายรังสี 5 ครั้งต่อสัปดาห์

| Dose/ Fraction (cGy) | Number of fractions | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 15 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 25 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 35 | 36 | 40 |
| 20 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 40 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10 | 11 |
| 60 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 13 | 15 | 16 | 17 | 18 | 18 | 19 | 21 |
| 80 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 | 16 | 18 | 19 | 20 | 21 | 23 | 24 | 26 | 27 | 28 | 29 | 32 |
| 100 | 5 | 6 | 7 | 9 | 11 | 14 | 16 | 17 | 18 | 20 | 23 | 25 | 27 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 39 | 40 | 41 | 45 |
| 110 | 5 | 7 | 8 | 11 | 13 | 16 | 18 | 20 | 21 | 24 | 26 | 29 | 32 | 33 | 34 | 37 | 39 | 42 | 45 | 46 | 47 | 53 |
| 120 | 6 | 8 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 23 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 38 | 39 | 42 | 45 | 48 | 51 | 53 | 54 | 60 |
| 130 | 7 | 9 | 10 | 14 | 17 | 20 | 24 | 26 | 27 | 31 | 34 | 37 | 41 | 43 | 44 | 48 | 51 | 54 | 58 | 60 | 61 | 68 |
| 140 | 8 | 10 | 11 | 15 | 19 | 23 | 27 | 29 | 31 | 34 | 38 | 42 | 46 | 48 | 50 | 53 | 57 | 61 | 65 | 67 | 69 | 76 |
| 150 | 9 | 11 | 13 | 17 | 21 | 25 | 30 | 32 | 34 | 38 | 42 | 47 | 51 | 53 | 55 | 59 | 64 | 68 | 72 | 74 | 76 | 85 |
| 160 | 9 | 12 | 14 | 19 | 23 | 28 | 33 | 35 | 37 | 42 | 47 | 51 | 56 | 58 | 61 | 66 | 70 | 75 | 80 | 82 | 84 | 94 |
| 170 | 10 | 13 | 15 | 21 | 26 | 31 | 36 | 39 | 41 | 46 | 51 | 57 | 62 | 64 | 67 | 72 | 77 | 82 | 87 | 90 | 92 | 103 |
| 180 | 11 | 14 | 17 | 22 | 28 | 34 | 39 | 42 | 45 | 50 | 56 | 62 | 67 | 70 | 73 | 79 | 84 | 90 | 95 | 98 | 101 | 112 |
| 190 | 12 | 15 | 18 | 24 | 31 | 37 | 43 | 46 | 49 | 55 | 61 | 67 | 73 | 76 | 79 | 85 | 91 | 97 | 104 | 107 | 110 | 122 |
| 200 | 13 | 17 | 20 | 26 | 33 | 40 | 46 | 49 | 53 | 59 | 66 | 73 | 79 | 82 | 86 | 92 | 99 | 105 | 112 | 115 | 119 | 132 |
| 210 | 14 | 18 | 21 | 28 | 36 | 43 | 50 | 53 | 57 | 64 | 71 | 78 | 85 | 89 | 92 | 99 | 107 | 114 | 121 | 124 | 128 | 142 |
| 220 | 15 | 19 | 23 | 31 | 38 | 46 | 53 | 57 | 61 | 69 | 76 | 84 | 92 | 96 | 99 | 107 | 115 | 122 | 130 | 134 | 137 | 153 |
| 230 | 16 | 20 | 25 | 33 | 41 | 49 | 57 | 61 | 65 | 74 | 82 | 90 | 98 | 102 | 106 | 114 | 123 | 131 | 139 | 143 | 147 | 163 |
| 240 | 17 | 22 | 26 | 35 | 44 | 52 | 61 | 65 | 70 | 79 | 87 | 96 | 105 | 109 | 113 | 122 | 131 | 140 | 148 | 153 | 157 | |
| 250 | 19 | 23 | 28 | 37 | 46 | 56 | 65 | 70 | 74 | 84 | 93 | 102 | 112 | 116 | 121 | 130 | 139 | 149 | 158 | | | |
| 260 | 20 | 25 | 30 | 40 | 49 | 59 | 69 | 74 | 79 | 89 | 99 | 109 | 118 | 123 | 128 | 138 | 148 | 158 | | | | |
| 270 | 21 | 26 | 31 | 42 | 52 | 63 | 73 | 78 | 84 | 94 | 105 | 115 | 126 | 131 | 136 | 146 | 157 | | | | | |
| 280 | 22 | 28 | 33 | 44 | 55 | 66 | 77 | 83 | 89 | 100 | 111 | 122 | 133 | 138 | 144 | 155 | | | | | | |
| 290 | 23 | 29 | 35 | 47 | 58 | 70 | 82 | 88 | 93 | 105 | 117 | 128 | 140 | 146 | 152 | | | | | | | |
| 300 | 25 | 31 | 37 | 49 | 62 | 74 | 86 | 92 | 98 | 111 | 123 | 135 | 148 | 154 | | | | | | | | |
| 320 | 27 | 34 | 41 | 54 | 68 | 82 | 95 | 102 | 109 | 122 | 136 | 149 | 163 | | | | | | | | | |
| 340 | 30 | 37 | 45 | 60 | 75 | 89 | 104 | 112 | 119 | 134 | 148 | 164 | | | | | | | | | | |
| 360 | 33 | 41 | 49 | 65 | 81 | 98 | 114 | 122 | 130 | 147 | 163 | | | | | | | | | | | |
| 380 | 35 | 44 | 53 | 71 | 88 | 106 | 124 | 133 | 142 | 159 | | | | | | | | | | | | |
| 400 | 38 | 48 | 57 | 77 | 96 | 115 | 134 | 144 | 153 | | | | | | | | | | | | | |
| 420 | 41 | 52 | 62 | 83 | 103 | 124 | 144 | 155 | | | | | | | | | | | | | | |
| 440 | 44 | 55 | 67 | 89 | 111 | 133 | 155 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 460 | 48 | 59 | 71 | 95 | 119 | 142 | 166 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 480 | 51 | 63 | 76 | 101 | 127 | 152 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | 54 | 67 | 81 | 108 | 135 | 162 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 520 | 57 | 72 | 86 | 115 | 143 | 172 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 540 | 61 | 76 | 91 | 121 | 152 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 560 | 64 | 80 | 96 | 128 | 161 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 580 | 68 | 85 | 102 | 136 | 169 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 600 | 71 | 89 | 107 | 143 | 179 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 700 | 91 | 113 | 136 | 181 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 800 | 111 | 139 | 167 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 900 | 133 | 167 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1000 | 157 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

เมื่อกำหนดทิศทางและขนาดของลำรังสีแล้วต่อไปเป็นการปรับแต่งการกระจายปริมาณรังสีโดยใช้ shielding, wedge filter และ weighting เทคนิคต่างๆคือ เริ่มจากการปรับแต่งเฉพาะทิศทางที่มีขนาดลำรังสีใหญ่ให้มีการกระจายปริมาณรังสีที่สม่ำเสมอ 80% คลุมก้อนมะเร็ง B (โดยปรับ weighting ของทิศทางที่มีขนาดลำรังสีเล็ก เป็นศูนย์ก่อน) หลังจากนั้นค่อยปรับเพิ่ม weighting ของทิศทางที่มีขนาดลำรังสีเล็กเล็กน้อยประมาณ 0.3 เพื่อให้การกระจายปริมาณรังสี 100% คลุมก้อนมะเร็ง A เท่านั้นก็จะได้แผนการรักษาตามที่รังสีแพทย์กำหนด ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการกระจายปริมาณรังสีที่ปริมาณรังสี 100% (สีแดง) ที่ให้แก่มะเร็ง A และ ปริมาณรังสี 80% (สีฟ้า) ที่ให้แก่มะเร็ง B

ข้อควรพิจารณาจากแนวคิดเทคนิค SIB รังสีสามมิติแบบง่ายๆ ปริมาณรังสี 100% ที่ให้แก่มะเร็ง A เป็น 2Gy/ครั้งใน 35 ครั้ง แต่ปริมาณรังสี 80% ที่ให้แก่มะเร็ง B เท่ากับ 1.6 Gy/ครั้งใน 35 ครั้ง ซึ่งปริมาณรังสี 1.6 Gy/ครั้ง เป็นปริมาณรังสีที่น้อยกว่า conventional dose (1.8 -2.2 Gy/ครั้ง) ถ้าต้องการให้ปริมาณรังสี 80% แก่มะเร็ง B เป็น 1.8 Gy/ครั้ง ควรต้องเพิ่มปริมาณรังสี 100% แก่มะเร็ง A เป็น 2.2Gy/ครั้งและจำนวนครั้งการฉายจะลดลงเหลือ 30 ครั้ง (ดูผลของรังสีจากตาราง TDF table 5 พบว่าปริมาณรังสี 2.2Gy/ครั้งใน 30ครั้ง มีค่า TDF=115 และปริมาณรังสี 1.8 Gy/ครั้งใน 30ครั้ง มีค่า TDF=84) ดังนั้นก่อนจะเริ่มการวางแผนการรักษาเทคนิค SIB รังสีสามมิติแบบง่ายๆ ควรมีการคิดพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณรังสีต่อครั้งและจำนวนครั้งที่ฉายรังสีร่วมกันระหว่างรังสีแพทย์และนักฟิสิกส์การแพทย์เสมอ

เอกสารอ้างอิง

1. Wu Q, Mohan R, Morris M, Lauve A, Schmidt-Ullrich R: Simultaneous integrated boost intensity-modulated radiotherapy for locally advanced head-and-neck squamous cell carcinomas. I: dosimetric results. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2003, 56:573-585.
2. <http://www.ro-journal.com/content/1/1/7>
3. พิทยภูมิ ภัทรนุภาพร. พื้นฐานทางรังสีรักษา (Basic Radiation Therapy). กรุงเทพฯ: ชัยนาทพริ้นติ้ง;2545

