

ประสิทธิผลของการรักษาด้วยแกมมาไนฟ์ (Gamma knife) ในผู้ป่วยเนื้องอกในสมอง : การทบทวนอย่างเป็นระบบ

บรรดาสีกี ศรีสุบัตี พบ., วท.ด., สุริรัตน์ เชื้อบุติ วท.ม., วรณี ไทยกุล สม., พิมลพรรณ ทองอุ่น วท.ม., นวัชรยา สง่า วท.ม., พัชรียา ชิงอินทร์ วท.บ., อมรรัตน์ วิจิตรสีลา กบ.
สถาบันวิจัยและประเมินเทคโนโลยีทางการแพทย์ กรมการแพทย์

Abstract : Effectiveness of Gamma Knife for Patients with Brain Tumor : A Systematic Review

Srisubat A, Cheapudee S, Thaiyakul A, Thongoun P, Sanga N, Yingin P, Vijitleela A
Institute of Medical Research and Technology Assessment, Department of Medical Services

(E-mail : asrisubat@gmail.com)

Surgery is a procedure for the treatment of brain tumor. It is a good prognosis with low neurological damage when the location of a tumor is easy to remove. Gamma knife is one of radiosurgeries using small beams from different directions focusing on a tumor. High radiation is occurred at the tumor which is less damage the surrounding tissue. However, gamma knife is costly and needed well-trained technicians to operate it. This systematic review aimed to assess the effectiveness of gamma knife in treating brain tumor compared with others such as surgery, etc. We performed a search strategy and searched in MEDLINE database via PubMed. 10 studies of the effectiveness of gamma knife met inclusion criteria for brain metastases, acoustic neuroma (vestibular schwannomas) and meningiomas. There were 2 case-control studies, 5 retrospective cohort studies, 2 cohort studies and 1 randomized controlled trial. The results of this review showed that a survival and local relapse for brain metastasis using gamma knife comparing with surgery and radiation were not different but side effects were less. Moreover, the clinical outcomes of gamma knife for acoustic neuroma which were not involved facial nerve function, hearing function, ocular symptom and quality of life were higher than surgical procedure. The effectiveness of surgery, follow-up only and gamma knife were not different for asymptomatic meningioma. Gamma knife is effective for treating brain

tumor with low complications, especially small tumor size and in the difficult location to remove. In addition, the decision making to invest gamma knife in healthcare system, policy makers, should concern their budget impact and economic system as well.

Keywords : Gamma knife, Brain tumor, Effectiveness

บทคัดย่อ

การผ่าตัดเป็นวิธีการรักษาเนื้องอกในสมอง ซึ่งจะได้ผลดีหากก้อนเนื้องอกอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการผ่าตัดได้และไม่เกิดผลข้างเคียงต่อระบบประสาท กรณีที่ก้อนเนื้องอกอยู่ในตำแหน่งที่ทำการผ่าตัดออกยาก อาทิ ตำแหน่งที่มีสมองส่วนที่สำคัญอยู่ใกล้เคียง การผ่าตัดอาจทำให้เกิดความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อเนื้องอกได้ โดยเฉพาะเมื่อก้อนเนื้องอกมีขนาดเล็ก แกมมาไนฟ์ (Gamma knife) เป็นการให้รังสีด้อยกรรมในการรักษา โดยใช้ลำรังสีขนาดเล็กจากหลายทิศทางเล็งไปยังจุดโฟกัสเดียวกันที่ก้อนเนื้องอกในสมอง ทำให้ก้อนเนื้องอกได้รับรังสีปริมาณสูง แต่อวัยวะข้างเคียงได้รับผลกระทบน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม แกมมาไนฟ์มีต้นทุนสูงและต้องมีทีมบุคลากรที่มีความรู้และทักษะการใช้งานเป็นอย่างดี การศึกษานี้เป็นการทบทวนอย่างเป็นระบบเพื่อประเมินประสิทธิผลของการรักษาผู้ป่วยเนื้องอกในสมองด้วยแกมมาไนฟ์เปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ อาทิ การผ่าตัด โดยสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูล MEDLINE ผ่าน PubMed การทบทวนรายงานการศึกษาระยะประสิทธิผลที่เป็นการรักษาผู้ป่วย brain metastases, acoustic neuroma (vestibular schwannomas) และ meningiomas ได้ 10 รายงานการศึกษาที่ตรงตามเกณฑ์กำหนด จำแนกประเภท

รายงานการศึกษาเป็น randomized controlled trial 1 การศึกษา cohort studies 2 การศึกษา retrospective cohort studies 5 การศึกษา และ case - control studies 2 การศึกษา ผลการทบทวนอย่างเป็นระบบพบว่า การรักษา brain metastasis ด้วยแกมมาไนฟ์มีอัตราการรอดชีวิต และอัตราการกลับมาเป็นซ้ำต่ำแหน่งเดิมไม่แตกต่างจากวิธีการผ่าตัดร่วมกับการฉายแสง แต่แกมมาไนฟ์ให้ผลข้างเคียงจากการรักษา รุนแรงน้อยกว่า ในผู้ป่วย acoustic neuroma ที่รักษาด้วยแกมมาไนฟ์มีผลลัพธ์ทางคลินิก ซึ่งไม่ได้กระทบกระเทือนต่อ facial nerve function, hearing function, ocular symptom และคุณภาพชีวิตดีกว่าวิธีการผ่าตัด ส่วนผู้ป่วย meningiomas ที่ไม่มีอาการทางสมอง เมื่อรักษาด้วยแกมมาไนฟ์พบว่าให้ผลไม่แตกต่างจากการผ่าตัด หรือการสังเกตอาการ การศึกษานี้สรุปผลได้ว่าแกมมาไนฟ์มีประสิทธิภาพในการรักษาเนื้องอกสมองไม่แตกต่างจากวิธีผ่าตัด แต่มีผลข้างเคียงน้อยกว่า โดยเฉพาะก่อนเนื้องอกที่มีขนาดเล็กและอยู่ในตำแหน่งที่ผ่าตัดได้ยาก อย่างไรก็ตาม การนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกใช้แกมมาไนฟ์ในระบบสุขภาพ ควรคำนึงถึงผลกระทบด้านงบประมาณและสภาพเศรษฐกิจร่วมด้วย

คำสำคัญ : แกมมาไนฟ์ เนื้องอกในสมอง ประสิทธิภาพ

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางการแพทย์มีส่วนสำคัญในระบบบริการสุขภาพ เนื่องจากเทคโนโลยีทางการแพทย์มีการเปลี่ยนแปลงและก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว โดยมีประสิทธิภาพในการรักษาสูงขึ้น ลดความเสี่ยงของภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากการรักษา ลดระยะเวลาการพักฟื้น โดยเฉพาะกลุ่มผู้ป่วยที่มีโรคทางสมอง อาทิ กลุ่มที่มีความผิดปกติของเส้นเลือดในสมอง กลุ่มโรคเนื้องอกในสมอง กลุ่มโรคกระเจิงที่กระจายจากที่อื่นมาสู่อวัยวะ และกลุ่มอาการที่เกิดจากการทำงานที่ผิดปกติของสมอง ผู้ป่วยในกลุ่มโรคทางสมองจากเนื้องอกในสมองและเส้นเลือดผิดปกติในสมองเหล่านี้โดยทั่วไปได้รับการรักษาด้วยวิธีการผ่าตัด ผลจากการผ่าตัดอาจทำให้เกิดอาการข้างเคียงตามมา ได้แก่ มีการทำลายเนื้อเยื่อในส่วนดีที่อยู่ข้างเคียง ทั้งที่เกิดผลในทันทีและเกิดตามมาภายหลัง ผลข้างเคียงเป็นได้ทั้งแบบชั่วคราวและถาวร ลักษณะทางพยาธิวิทยาพบได้ตั้งแต่มีการรวมของเซลล์และเนื้อเยื่อไปจนถึงมีการตายของเนื้อเยื่อ ส่งผลให้เกิดอาการได้หลายรูปแบบ ตั้งแต่อาการปวดศีรษะชั่วคราว ไปจนถึงอาการทางประสาทวิทยาตามตำแหน่งของสมองที่ได้รับผลกระทบ

การพัฒนาเทคโนโลยีทางการแพทย์ทำให้ประสิทธิภาพในการรักษาสูงขึ้น ความแม่นยำในการจัดการเนื้องอกในสมองให้ได้ตรงตำแหน่งของรอยโรคมีมากขึ้น ทำให้เกิดอันตรายต่อเนื้อ

สมองส่วนดีลดลง¹⁻² แกมมาไนฟ์ (Gamma knife) เป็นวิธีการใช้รังสีในการรักษาเนื้องอกในสมองโดยไม่ต้องผ่าตัด ไม่เสียเลือด ไม่ต้องเปิดกะโหลกศีรษะ สามารถให้การรักษาได้แม่นยำในตำแหน่งที่เป็น โอกาสเกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อปกติที่อยู่ข้างเคียงน้อย มีความปลอดภัยสูง ภายหลังได้รับการรักษาสามารถกลับไปใช้ชีวิตประจำวันได้ตามปกติ ไม่จำเป็นต้องพักฟื้นในโรงพยาบาล แกมมาไนฟ์จึงเป็นเครื่องมือที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นมาตรฐานการรักษาทางรังสีศัลยกรรม³⁻⁴ ในการใช้รักษาเนื้องอกในสมองและมีความผิดปกติของสมอง

แกมมาไนฟ์ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทยเพราะมีต้นทุนสูง อย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาเนื้องอกในสมองด้วยวิธีนี้มีคุณภาพชีวิตดีกว่าการผ่าตัด นอกเหนือจากการรักษาเนื้องอกในสมองแล้ว แกมมาไนฟ์มีประสิทธิภาพในการรักษาความผิดปกติชนิดใดในสมองได้อีกและมีความคุ้มค่าเพียงใด ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจเชิงนโยบายถึงความเหมาะสมในการลงทุนเครื่องมือแพทย์ราคาแพงในระบบสาธารณสุขของประเทศต่อไป^{1,5} การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการรักษาผู้ป่วยเนื้องอกในสมองเปรียบเทียบกับวิธีแกมมาไนฟ์ (Gamma knife) กับวิธีอื่นๆ

วัตถุประสงค์และวิธีการ

รูปแบบการศึกษาเป็นการทบทวนอย่างเป็นระบบจากเอกสารที่เป็นผลงานวิจัยและได้รับการเผยแพร่ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์จนถึงปัจจุบัน เก็บข้อมูลโดยสืบค้นจากฐานข้อมูล MEDLINE ผ่าน PubMed โดยดำเนินการตามกลยุทธการสืบค้นเอกสารการศึกษาถูกจำกัดไว้เฉพาะการศึกษาที่เป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น เกณฑ์การคัดเลือกเอกสาร โดยคัดเลือกการศึกษาวิจัยที่เป็น randomized controlled trial, cohort study, case-control study หรือ cross-sectional study ที่มีการเปรียบเทียบประสิทธิผลการรักษาเนื้องอกในสมองระหว่างวิธีแกมมาไนฟ์ (Gamma knife) กับวิธีอื่นๆ โดยมีเกณฑ์คัดเข้าคือ ผู้ป่วยที่เป็นเนื้องอกในสมอง และได้รับการรักษาด้วยแกมมาไนฟ์ และเกณฑ์คัดออกคือ ผู้ป่วยที่เป็นเนื้องอกในสมองและได้รับการรักษาด้วยแกมมาไนฟ์ร่วมกับวิธีอื่นๆ หรือได้รับการรักษาด้วยรังสีศัลยกรรม (stereotactic Radiosurgery : SRS) ซึ่งไม่ได้ระบุว่าใช้เครื่องมือชนิดใด

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น (1) การคัดเลือกเอกสารการศึกษา โดยผู้ศึกษา 2 คนทำการคัดเลือกเอกสารที่เกี่ยวข้องจากชื่อเรื่องและบทคัดย่ออย่างเป็นอิสระต่อกัน กรณีที่ผลการคัดเลือกไม่ตรงกัน คณะผู้วิจัยจัดให้มีการประชุมแสดงความคิดเห็นด้านวิชาการที่เกี่ยวข้องและร่วมกันสรุปสุดท้ายในการคัดเลือกการศึกษา (2) การประเมินคุณภาพเอกสารจากการศึกษาที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล ได้รับการประเมินคุณภาพโดยคณะผู้วิจัย 2 คนอย่างเป็นอิสระต่อกัน โดยใช้เครื่องมือใน

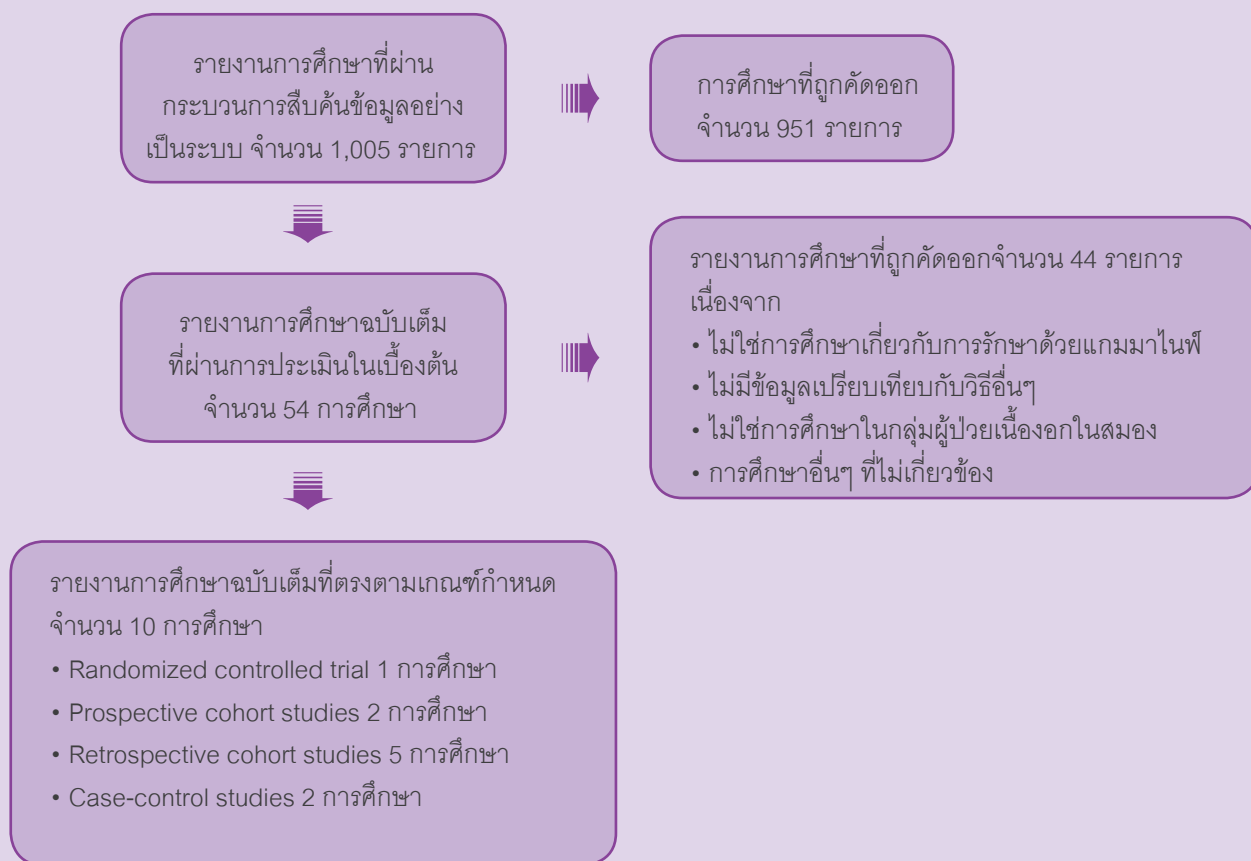
การประเมินคุณภาพ ดังนี้ เอกสารการศึกษาประเภท randomized controlled trial ใช้แนวทางการประเมินความเสี่ยงการเกิดอคติของการศึกษาจาก The Cochrane Collaboration เอกสารการศึกษาประเภท case-control studies และ cohort ใช้เครื่องมือประเมินคุณภาพเอกสารจาก Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale ประเด็นที่ความเห็นไม่ตรงกัน คณะผู้วิจัยได้จัดให้มีการประชุมแสดงความคิดเห็นด้านวิชาการที่เกี่ยวข้องจนได้ข้อยุติ (3) การแยกข้อมูล โดยผู้วิจัยอย่างน้อย 2 คนแยกข้อมูลจากเอกสารการศึกษาประสิทธิผลของแกมมาไพนีในการรักษาผู้ป่วยเนื้องอกในสมองเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ อย่างเป็นอิสระต่อกัน ในประเด็นที่การคัดแยกข้อมูลให้ผลต่างกัน คณะผู้วิจัยจัดให้มีการประชุมร่วมกันและแสดงข้อคิดเห็นด้านวิชาการที่เกี่ยวข้องจนได้ข้อยุติ

การสังเคราะห์ข้อมูล จำแนกตามกลุ่มโรค 3 กลุ่ม ได้แก่ acoustic neuroma, meningiomas, และ brain metastases และการวัดผลลัพธ์ แบ่งเป็น การวัดผลลัพธ์หลัก ได้แก่ (1) ระบบประสาทบริเวณใบหน้า การคงการได้ยิน (2) อัตราการ

ควบคุมเฉพาะที่ของมะเร็ง อัตราการกลับเป็นซ้ำ ขนาดของเนื้องอกหลังจากการรักษา (3) อัตราการบรรเทาของโรค (4) อัตราการมีชีวิตอยู่โดยไม่มีโรคของมะเร็ง อัตรารอดชีพโดยปราศจากโรค และการวัดผลลัพธ์รอง ได้แก่ จำนวนวันนอนโรงพยาบาล คุณภาพชีวิต อัตราการป่วย และอัตราการตาย

ผล

การสืบค้นข้อมูลตามกลยุทธ์การสืบค้น จากฐานข้อมูล MEDLINE ผ่าน PubMed ได้เอกสารรายงานการศึกษาทั้งสิ้นจำนวน 1,005 การศึกษา คัดเลือกเฉพาะเอกสารที่เกี่ยวข้องจากชื่อเรื่องและบทคัดย่อในเบื้องต้นได้จำนวน 54 การศึกษา เมื่อพิจารณาเอกสารการศึกษารับเพิ่มเติม จากรายงานการศึกษาที่ได้รับ โดยพิจารณาเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบการรักษาด้วยแกมมาไพนี (Gamma knife) กับการผ่าตัด ในผู้ป่วยเนื้องอกในสมอง เหลือจำนวน 10 การศึกษา (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 แผนภูมิการคัดเลือกเอกสารการศึกษา

จากการวิเคราะห์รายงานการศึกษาจำนวน 10 การศึกษา ผลการสังเคราะห์ข้อมูลจำแนกตามกลุ่มโรค 3 กลุ่ม ได้แก่ acoustic neuroma, meningiomas, และ brain metastases มีรายละเอียดดังนี้

1. Acoustic neuroma

จากรายงานจำนวน 6 การศึกษา ในผู้ป่วยที่เป็น acoustic neuroma จำแนกเป็นประเภท prospective cohort studies จำนวน 2 การศึกษา ประเภท retrospective cohort studies จำนวน 3 การศึกษา และประเภท case-control study จำนวน 1 การศึกษา การศึกษาทั้งหมดเป็นการเปรียบเทียบวิธีการรักษาด้วยแกมมาไอน์กับการผ่าตัด วัดผลลัพธ์การรักษาเป็น functional outcome (facial nerve function, hearing function, ocular symptom) ระยะเวลาการนอนโรงพยาบาล คุณภาพชีวิต และปัญหาทางด้านพฤติกรรมและจิตใจของผู้ป่วย เช่น ความรู้สึกอ่อนแรง ความวิตกกังวล ภาวะซึมเศร้า และอื่นๆ พบว่าโดยส่วนใหญ่การรักษาด้วยแกมมาไอน์ได้ผลดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการรักษาด้วยการผ่าตัด แต่มี 1 การศึกษา พบว่าการรักษาด้วยแกมมาไอน์มีอุบัติการณ์ของการเกิดน้ำคั่งในสมองสูงกว่าการผ่าตัด ดังนั้นผู้ป่วยเนื้องอกในสมองชนิดนี้ หลังการรักษาด้วยแกมมาไอน์แล้ว ควรได้รับการติดตามภาวะนี้เพื่อการดูแลรักษาต่อไป

2. Meningiomas

การศึกษาประเภท retrospective cohort study จำนวน 1 การศึกษา ในผู้ป่วย meningiomas ชนิดที่ไม่มีอาการทางสมอง โดยศึกษาเปรียบเทียบวิธีการรักษาระหว่างการสังเกตอาการ การผ่าตัดแบบดั้งเดิม และแกมมาไอน์โดยผู้ป่วยเป็นผู้ตัดสินใจเลือกวิธีการรักษาเอง การติดตามผู้ป่วยหลังการรักษาในระยะเวลา 5 ปี พบว่ากลุ่มที่สังเกตอาการมีขนาดของเนื้องอกเพิ่มขึ้น และมีอัตราการรอดชีวิตอยู่โดยไม่มีการดำเนินของโรค (progression-free survival) กลุ่มที่รักษาโดยการผ่าตัดไม่มีการกลับเป็นซ้ำของโรค และไม่พบความผิดปกติทางระบบประสาท ส่วนกลุ่มที่รักษาด้วยแกมมาไอน์ส่วนใหญ่มีขนาดของเนื้องอกเท่าเดิม มีส่วนน้อยที่มีขนาดลดลง และไม่มีอาการผิดปกติทางสมองอย่างถาวร แต่อาจจะมีภาวะแทรกซ้อนเล็กน้อยจากการฉายรังสี เมื่อพิจารณาอาการทางคลินิกและผลลัพธ์สุดท้ายพบว่าการสังเกตอาการโดยการมาตรวจติดตามอย่างสม่ำเสมอและการรักษาด้วยแกมมาไอน์ ไม่มีความแตกต่างกับการผ่าตัดอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากก้อนเนื้อชนิด meningiomas ไม่มีความไวต่อการฉายรังสี ดังนั้นการรักษาเนื้องอกชนิดนี้ด้วยแกมมาไอน์เป็นเพียงทางเลือกหนึ่งให้กับผู้ป่วย

3. Brain metastases

จากรายงานการศึกษาจำนวน 3 การศึกษา มีรายงานการศึกษาประเภท retrospective case-control study 1 การศึกษา

พบว่าการรักษาด้วยแกมมาไอน์ ผู้ป่วยมีอัตราการควบคุมโรคเฉพาะที่ดีกว่าการรักษาด้วยการผ่าตัด ในขณะที่รายงานการศึกษาประเภท retrospective cohort studies พบว่าการผ่าตัดมีอัตราการควบคุมโรคเฉพาะที่และอัตราการบรรเทาของโรคดีกว่าการรักษาด้วยแกมมาไอน์ สำหรับอัตราการรอดชีวิตและอัตราการกลับมาเป็นซ้ำ มีรายงานการศึกษาประเภท retrospective case-control studies และ randomized controlled trial พบว่าการรักษาทั้ง 2 วิธีไม่มีความแตกต่างกัน

วิจารณ์

รายงานการศึกษาที่สืบค้นได้ให้ผลการศึกษาที่มีความแตกต่างกัน มีลักษณะเป็นการศึกษาโรคเฉพาะกลุ่ม หรือกลุ่มโรครวมกัน และข้อจำกัดของแกมมาไอน์ คือ สามารถใช้รักษาเฉพาะกับรอยโรคบริเวณศีรษะเท่านั้น ซึ่งเป็นก้อนเนื้อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 3 เซนติเมตร โดยการรักษาด้วยแกมมาไอน์ มีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้น การนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกใช้แกมมาไอน์ในระบบสุขภาพควรคำนึงถึงผลกระทบต่อด้านงบประมาณและสุขภาพเศรษฐกิจร่วมด้วย

สรุป

การรักษาด้วยแกมมาไอน์จะให้ผลดีในการรักษาผู้ป่วยเนื้องอกในสมองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 3 เซนติเมตร และอยู่ในตำแหน่งที่สำคัญ ซึ่งมีระยะเวลาการนอนโรงพยาบาลสั้นกว่าการรักษาด้วยวิธีการผ่าตัด จากการสังเคราะห์ข้อมูล สรุปตามกลุ่มโรคได้ ดังนี้

1. ผู้ป่วยกลุ่ม acoustic neuroma ที่รักษาด้วยแกมมาไอน์ มีผลลัพธ์ทางคลินิกด้าน facial nerve function, hearing function และ ocular symptom และมีคุณภาพชีวิตที่ดีกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ แต่การรักษาด้วยแกมมาไอน์ พบการเกิดภาวะน้ำคั่งในสมอง (hydrocephalus) ซึ่งอาจเป็นผลกระทบจากรังสีทำให้การดูดซึมน้ำไขสันหลังผิดปกติ ดังนั้นผู้ป่วยควรได้รับการติดตามภาวะดังกล่าวภายหลังการรักษา
2. ผู้ป่วยกลุ่ม meningiomas ชนิดที่ไม่มีอาการทางสมอง เมื่อเปรียบเทียบการรักษา 3 วิธี ได้แก่ การสังเกตอาการโดยการมาตรวจติดตามอย่างสม่ำเสมอ การผ่าตัด และการรักษาด้วยแกมมาไอน์ พบว่าผลการรักษาทั้ง 3 วิธีไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาอาการทางคลินิกและผลลัพธ์สุดท้าย ดังนั้น การรักษาเนื้องอกชนิดนี้ด้วยแกมมาไอน์ จึงเป็นเพียงทางเลือกหนึ่งให้กับผู้ป่วย

กิตติกรรมประกาศ

3. ผู้ป่วยกลุ่ม brain metastases จากผลการศึกษาของทั้ง 3 รายงานการศึกษา ไม่สามารถสรุปในทิศทางเดียวกันได้ชัดเจน อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาประเภท randomized controlled trial พบอัตราการรอดชีวิตและอัตราการกลับมาเป็นซ้ำที่เดิมของการรักษาทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มที่รักษาด้วยแกมมาไอน์พีมีอาการจากผลข้างเคียงของการรักษารุนแรงน้อยกว่า และมีคุณภาพชีวิตภายหลังการรักษา 6 สัปดาห์ดีกว่ากลุ่มที่รักษาด้วยการผ่าตัดร่วมกับการฉายรังสีทั้งสมอง

ขอขอบคุณกรมการแพทย์ที่สนับสนุนงบประมาณการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลราชวิถี ขอขอบคุณนายแพทย์ประวิทย์ ประชาศิลป์ชัย นายแพทย์ธง โชติชูติพันธุ์ และเจ้าหน้าที่กลุ่มงานรังสีรักษา โรงพยาบาลราชวิถี ที่กรุณาให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ขอขอบคุณผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและประเมินเทคโนโลยีทางการแพทย์ ที่สนับสนุนการดำเนินการและเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

References

1. ประวิทย์ ประชาศิลป์ชัย. การผ่าตัดสมองด้วยรังสีแกมมาไอน์พี. กรุงเทพมหานคร: แพทย์สภาสาร; 1995, 159-63.
2. Muacevic A, Kreth FW, Horstmann GA, Schmid-Elsaesser R, Wowra B, Steiger HJ, Reulen HJ. Surgery and radiotherapy compared with gamma knife radiosurgery in the treatment of solitary cerebral metastases of small diameter. *J Neurosurg* 1999; 91: 35-43.
3. Koga T, Shin M, Saito N. Role of gamma knife radiosurgery in neurosurgery: past and future perspectives. *Neurol Med Chir* 2010; 50: 737-48.
4. Muacevic A, Wowra B, Siefert A, Tonn JC, Steiger HJ, Kreth FW. Microsurgery plus whole brain irradiation versus Gamma Knife surgery alone for treatment of single metastases to the brain: a randomized controlled multicentre phase III trial. *J Neurooncol* 2008; 87: 299-307.
5. Bijlani A, Aguzzi G, Schaal DW, Romanelli P. Stereotactic radiosurgery and stereotactic body radiation therapy cost-effectiveness results. *Front Oncol* 2013; 3: 77.
6. Myrseth E, Møller P, Pedersen PH, Vassbotn FS, Wentzel-Larsen T, Lund-Johansen M. Vestibular schwannomas: clinical results and quality of life after microsurgery or gamma knife radiosurgery. *Neurosurgery* 2005; 56: 927-35.
7. Régis J, Pellet W, Delsanti C, Dufour H, Roche PH, Thomassin JM, et al. Functional outcome after gamma knife surgery or microsurgery for vestibular schwannomas. *J Neurosurg* 2002; 97: 1091-100.
8. Kim HJ, Huh JW, Jung TY, Kim IY, Kim HR, Jung S, et al. Clinical outcome with gamma- knife surgery or surgery for brain metastases from colorectal cancer. *J Clin Neurosci* 2013; 20: 1417-21.
9. Jo KW, Kim CH, Kong DS, Seol HJ, Nam DH, Park K, et al. Treatment modalities and outcomes for asymptomatic meningiomas. *Acta Neurochir (Wien)* 2011; 153: 62-7.
10. Jeon CJ, Kong DS, Nam DH, Lee JI, Park K, Kim JH. Communicating hydrocephalus associated with surgery or radiosurgery for vestibular schwannoma. *J Clin Neurosci* 2010; 17: 862-4.
11. Myrseth E, Møller P, Pedersen PH, Lund-Johansen M. Vestibular schwannoma: surgery or gamma knife radiosurgery? A prospective, nonrandomized study. *Neurosurgery* 2009; 64: 654-61.
12. Pollock BE, Lunsford LD, Kondziolka D, Flickinger JC, Bissonette DJ, Kelsey SF, et al. Outcome analysis of acoustic neuroma management: a comparison of microsurgery and stereotactic radiosurgery. *Neurosurgery* 1995; 36: 215-24.

References

13. Lee F, Linthicum F Jr, Hung G. Proliferation potential in recurrent acoustic schwannoma following gamma knife radiosurgery versus microsurgery. *Laryngoscope* 2002; 112: 948- 50.

14. Schöggel A, Kitz K, Reddy M, Wolfsberger S, Schneider B, Dieckmann K, et.al. Defining the role of stereotactic radiosurgery versus microsurgery in the treatment of single brain metastases. *Acta Neurochir (Wien)* 2000; 142: 621-6. ●