

ISSN 1906-7984



Thai Journal of Neurological Surgery

วารสารประสาทศัลยศาสตร์ไทย



ปีที่ 15 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2567

Vol. 15 No. 3 July - September 2024



วารสารประสาทศัลยศาสตร์ไทย

ปีที่ 15 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2567



Thai Journal of Neurological Surgery

Vol. 15 No. 3 July - September 2024

- เจ้าของ** : ราชวิทยาลัยประสาทศัลยแพทย์แห่งประเทศไทย
- สำนักงาน** : อาคารเฉลิมพระบารมี ๕๐ ปี
เลขที่ 2 ซอยศูนย์วิจัย ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ แขวงบางกะปิ
เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ ๑๐๓๑๐
โทรศัพท์ ๐๒-๗๑๘๑๙๙๖ โทรสาร ๐๒-๗๑๘๑๙๙๗
- บรรณาธิการ** : นายแพทย์ธีรพล วิทธิเวช

ออกแบบและพิมพ์ที่:

สำนักพิมพ์กรุงเทพเวชสาร

Bangkok Medical Publisher Ltd. Part.

3/3 สุขุมวิท 49 แขวงคลองตันเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

โทรศัพท์ 0-2258-7954, 0-2662-4347, โทรสาร 02-258-7954

E-mail: bkkmed@gmail.com

วารสารประสาทศัลยศาสตร์ไทย

ปีที่ 15 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2567



Thai Journal of Neurological Surgery

Vol. 15 No. 3 July - September 2024

คณะกรรมการบริหารราชวิทยาลัยประสาทศัลยแพทย์แห่งประเทศไทย

อดีตประธานวิทยาลัยฯ

และราชวิทยาลัยฯ

นายแพทย์วาทัญญู ปรัชญานนท์
 นายแพทย์ช่อเพ็ญ เตโชฬาร
 นายแพทย์ศุภโชค จิตรวาณิช
 นายแพทย์นครชัย เผื่อนปฐม
 นายแพทย์ไชยวิทย์ ธนไพศาล
 นายแพทย์สิริรุจน์ สกุลณะมรรคา
 นายแพทย์ยอดรัก ประเสริฐ
 นายแพทย์เกรียงศักดิ์ ลิ้มพิสดาน

ประธานราชวิทยาลัยฯ

นายแพทย์รุ่งศักดิ์ ศิวาพัฒน์

ผู้ริ่งตำแหน่งประธานฯ

นายแพทย์กุลพัฒน์ วีรสาร

เลขาธิการ

นายแพทย์ศักดิ์ชัย แซ่เฮ้ง

เหรียญกษาปณ์

นายแพทย์เอก หังสสุต

นายทะเบียน

นายแพทย์อำนาจ กิจควรดี

ปฎิคม

นายแพทย์พีระ นาคลลอ

กรรมการวิชาการ

นายแพทย์กฤษณพันธ์ บุณยะรัตเวช

กรรมการวารสาร

นายแพทย์ธีรพล วิทธิเวช

กรรมการสมาชิกสัมพันธ์

นายแพทย์ประดิษฐ์ ไชยบุตร

ผู้แทนกลุ่มฯ ประสาทศัลยแพทย์ใน

ราชวิทยาลัยศัลยแพทย์แห่งประเทศไทย

นายแพทย์กุลพัฒน์ วีรสาร

กรรมการกลาง

นายแพทย์ดิลก ดันทองทิพย์

นายแพทย์ณรงค์พงศ์ โล้วพฤกมณี

นายแพทย์ณัฐพล เลิศการคำสุข

นายแพทย์ธัญญา นรเศรษฐ์ธาดา

นายแพทย์ธีระ ตั้งวิริยะไพบูลย์

นายแพทย์วิบูลย์ เตชะโกศล

Executive Committee 2022-2024

Past-President

Watanyoo Prachayanont, M.D.

Chopeow Taecholarn, M.D.

Supachoke Chitvanich, M.D.

Nakornchai Phuenpathom, M.D.

Chaiwit Thanapaisal, M.D.

Siraruj Sakoolnamarka, M.D.

Yodruk Prasert, M.D.

Kriengsak Limpastan, M.D.

President

Rungsak Siwanuwatn, M.D.

President-elect

Kullapat Veerasarn, M.D.

Secretary General

Sakchai Saeheng, M.D.

Treasurer

Ake Hansasuta, M.D.

Registrar

Amnat Kitkhuandee, M.D.

Social Function

Peera Narkla-or, M.D.

Scientific Chairman

Krishnapundha Bunyaratavej, M.D.

Editor of Journal

Theerapol Witthiwej, M.D.

Relationship Member

Pradit Chaiyabud, M.D.

Representative Neurosurgeon

in RCST

Kullapat Veerasarn, M.D.

Board of Directors

Dilok Tantongtip, M.D.

Narongpong Lowprukmanee, M.D.

Nuttapon Lertkankasuk, M.D.

Thunya Norasetthada, M.D.

Teera Tangviriyapaiboon, M.D.

Vibul Techakosol, M.D.

วารสารประสาทศัลยศาสตร์ไทย

ปีที่ 15 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2567



Thai Journal of Neurological Surgery

Vol. 15 No. 3 July - September 2024

กองบรรณาธิการ

นายแพทย์กรณรัช อูร์สยะนันท์
 นายแพทย์กฤษณพันธ์ บุญยะรัตเวช
 นายแพทย์กิติพร ศรีอมรัตนกุล
 นายแพทย์กุลพัฒน์ วีรสาร
 นายแพทย์จิระพงษ์ วงศ์พิง
 แพทย์หญิงจิระพร อมรฟ้า
 นายแพทย์ชิน ทวีสมบูรณ์ญาติ
 นายแพทย์ชুমพล เจตจำนงค์
 นายแพทย์โชติวัฒน์ ตันศิริสิทธิกุล
 นายแพทย์ไชยวิทย์ ธนะไพศาล
 นายแพทย์ฐปณัตว์ จันทราภาส
 นายแพทย์ฐากร เอี้ยวสกุล
 นายแพทย์ณัฐพล เลิศการคำสุข
 นายแพทย์ณัฐวุฒิ นิลเจียรสกุล
 นายแพทย์ติลก ตันทองทิพย์
 นายแพทย์ธัญ วาณิชพงศ์
 นายแพทย์ธาราณี ตันธนาธิป
 นายแพทย์ธีรพล วิทธิเวช
 นายแพทย์ธีระ ตั้งวิริยะไพบูลย์
 นายแพทย์ธีระเดช ศรีกิจวิไลกุล
 นายแพทย์บรรพต สิทธินามสุวรรณ

นายแพทย์ปภุชณ์ จิตตภิรมย์ศักดิ์
 นายแพทย์ปิยะณัฐ หวังสวัสดิ์วงศ์
 นายแพทย์พิชเชนทร์ ดวงทองพล
 นายแพทย์พีรพงษ์ มนตรีวิวัฒน์ชัย
 นายแพทย์ภัทรวิทย์ รัชกุล
 นายแพทย์ภาณุ บุญต่อเติม
 นายแพทย์อนุกุล แก้วบริสุทธิ์สกุล
 นายแพทย์อนุชิต พันธุ์คงทรัพย์
 นายแพทย์อัคคพงษ์ นิตติสิงห์
 นายแพทย์อัฒพร บุญเกิด
 นายแพทย์อิทธิชัย ศักดิ์อรุณชัย
 แพทย์หญิงอินทิรา ขำภลิติต
 นายแพทย์อุดม บวรวารารณ
 นายแพทย์เอก หังสสุด

ผู้ทรงคุณวุฒิ

นายแพทย์ทิตพงษ์ ส่งแสง
 แพทย์หญิงพรจิรา ปรีวัชรากุล
 นายแพทย์พรพรหม เมืองแมน
 แพทย์หญิงมานี รักษาเกียรติศักดิ์

คำแนะนำในการส่งบทความ (Information for Authors)

วารสารประสาทศัลยศาสตร์ไทย ใช้ชื่อภาษาอังกฤษว่า “Thai Journal of Neurological Surgery” ใช้ชื่อย่อว่า “Thai J Neurol Surg” เป็นสื่อทางการของราชวิทยาลัยประสาทศัลยแพทย์แห่งประเทศไทย พิมพ์เผยแพร่แก่สมาชิกของราชวิทยาลัยฯ กำหนดออกทุก 3 เดือน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ:

1. นำเสนอผลงานวิจัย ข้อเขียน บทความตลอดจนความคิดเห็นเชิงวิชาการทางประสาทศัลยศาสตร์และสาขาที่เกี่ยวข้อง
2. เป็นสื่อกลางใช้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่างๆ ระหว่างสมาชิกของราชวิทยาลัยฯ
3. สนับสนุนกิจกรรมการศึกษาต่อเนื่องด้วยตนเองของสมาชิก

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว วารสารประสาทศัลยศาสตร์ไทย ยินดีรับบทความเป็นสื่อกลางระหว่างสมาชิก เพิ่มพูนความรู้ทางวิชาการแก่สมาชิกและวิชาการสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง บทความที่ส่งมาต้องไม่เคยพิมพ์เผยแพร่มาก่อน ข้อคิดเห็นในบทความ เนื้อหา และองค์ประกอบของเนื้อหาเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนบทความนั้น ราชวิทยาลัยประสาทศัลยแพทย์แห่งประเทศไทยไม่จำเป็นต้องเห็นพ้องด้วย และคณะบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจทานแก้ไขและพิจารณาตีพิมพ์โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

1. ประเภทบทความ

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original articles)

เป็นรายงานผลงานวิจัย ค้นคว้า การเขียนบทความนิพนธ์ต้นฉบับให้ลำดับเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. ชื่อเรื่อง (title), ผู้นิพนธ์ (author and co - authors), สถาบันที่ผู้นิพนธ์ปฏิบัติงาน (institute) และแหล่งทุนสนับสนุน (ถ้ามี)
2. บทคัดย่อ (abstract) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
3. คำสำคัญ (key word) สำหรับจัดทำดัชนี ระบุไว้ใต้บทคัดย่อหรือ abstract
4. บทนำ (introduction)
5. วัสดุและวิธีการ (materials and methods)
6. ผลการศึกษา (results)
7. วิจารณ์ (discussions)
8. สรุป (conclusions)
9. เอกสารอ้างอิง (references)

บทความปริทัศน์ (review articles)

ควรเป็นบทความที่ให้ความรู้ใหม่ รวบรวมสิ่งตรวจพบใหม่ หรือเรื่องที่น่าสนใจที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

หรือเป็นบทความวิเคราะห์โรค หรือ วิจารณ์สถานการณ์การเกิดโรค ประกอบด้วย

1. บทนำ (introduction)
2. วัตถุประสงค์ (objective)
3. เนื้อหาวิชา (content)
4. วิจารณ์ (discussions)
5. สรุป (conclusions)
6. เอกสารอ้างอิง (references)

รายงานผู้ป่วย (care report)

เขียนได้ 2 แบบ คือ รายงานอย่างละเอียด หรือสั้นๆ ประกอบด้วย บทนำ รายงานผู้ป่วยวิจารณ์อาการทางคลินิกผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ เสนอ ข้อคิดเห็นอย่างมีขอบเขต สรุป บทคัดย่อ แนะนำให้มีภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

บทความพิเศษ (special articles)

เขียนจากประสบการณ์ แสดงความคิดเห็น หรือจากการค้นคว้า

เทคนิคและเครื่องมืออุปกรณ์ (technique & instrumentation)

เพื่อเสนอเทคนิค หรืออุปกรณ์ใหม่ โดยจะต้องบอกข้อบ่งชี้ และผลการรักษาด้วย

จดหมายถึงบรรณาธิการ (letter to the editor)

เพื่อให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับบทความที่ตีพิมพ์ไปแล้ว

2. เอกสารอ้างอิง (Reference)

การอ้างอิงใช้ตาม Vancouver Style หรือ Uniform Requirement for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals, 5th edition ค.ศ. 1997 โดยใส่ตัวเลขระดับในเนื้อเรื่องตรงบริเวณที่อ้างอิง เรียงตามลำดับก่อนหลัง การอ้างอิง แล้วจึงนำเอาเอกสารที่ถูกอ้างอิงมาเรียงตามลำดับการอ้างอิงท้ายบทความ บทความที่มีผู้เขียนไม่เกิน 6 คน ให้ใส่ชื่อผู้เขียนทั้งหมด ถ้าเกิน 6 คน ให้ใส่ 6 คน แล้วตามด้วย “et al.” หรือ “และคณะ”

การอ้างอิงเอกสาร

Broersen LHA, Biermasz NR, van Furth WR, de Vries F, Versteegen MJT, Dekkers OM, et al. Endoscopic vs. microscopic transsphenoidal surgery for Cushing’s disease: a systematic review and meta-analysis. Pituitary 2018;21(5):524-34.

การอ้างอิงวารสาร online

Sanders GD, Bayourni AM, Holodnity M, Owens DK. Cost-effectiveness of HIV screening in patients older than 55 year of age. Ann Intern Med [cited 2008 Oct 7];148(2). Available from:<http://www.annals.org/cgi/reprint/148/12/889.pdf>

การอ้างอิงจาก World Wide Web

National Institute for Health and Clinical Excellence. Head injury triage, assessment, investigation and early management of head injury in infants, children and adults. Clinical guideline June 2003. <http://www.nice.org.uk/guidance/CG4/?c=91522> (accessed 23 November 2006).

การอ้างอิงหนังสือ หรือตำรา

ชื่อผู้เขียน. ชื่อหนังสือ. ครั้งที่พิมพ์ ชื่อเมือง (ใช้ชื่อเมืองชื่อเดียว): ชื่อโรงพิมพ์ ปี ค.ศ. ตัวอย่าง : Murray PR, Rosenthal KS, Kobayashi GS, Pfaller MA. Medical microbiology. 4th ed. St. Louis (MO): Mosby; 2002.

บทในหนังสือหรือตำรา

ชื่อผู้เขียน. ชื่อเรื่อง. ใน: ชื่อบรรณาธิการ. ชื่อหนังสือ. ครั้งที่พิมพ์. ชื่อเมือง. ชื่อโรงพิมพ์. ปี ค.ศ.: หน้าแรก-หน้าสุดท้าย

ตัวอย่าง: Meltzer PS, Kallioniemi A, Trent JM. Chromosome alterations in human solid tumors. In: Vogelstein B, Kinzler KW, editors. The genetic basis of human cancer. New York: McGraw-Hill; 2002. p. 93-113.

3. การพิมพ์และการส่งต้นฉบับ

- ให้ส่งต้นฉบับที่จะลงตีพิมพ์ โดยโปรแกรมที่ใช้พิมพ์ต้องเป็น Microsoft Word. Font Angsana New ขนาดตัวอักษร 16 พร้อมไฟล์ประกอบรูปภาพ และกราฟ รวมทั้งเอกสารรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมงานวิจัย (เฉพาะกรณีเป็นงานวิจัย) ไปยัง e-mail: journalrcnst@gmail.com

- การพิมพ์เนื้อเรื่องให้ใส่เลขหน้ากำกับทุกหน้าที่มุมขวาด้านบน

หน้าแรก หรือ title page เขียนเป็นภาษาไทยและอังกฤษ ประกอบด้วย

(1) ชื่อเรื่อง

(2) ชื่อ สกุลของผู้เขียน คุณวุฒิ โดยใช้ตัวอย่างของปริญญาหรือคุณวุฒิที่เป็นสากล (กรณีที่ผู้พิมพ์มีหลายคน ให้ระบุทุกคน)

(3) สถานที่ทำงาน

(4) ชื่อเรื่องอย่างย่อ หรือ running title (ความยาวไม่เกิน 40 ตัวอักษร)

4. การรับเรื่องตีพิมพ์

หากต้นฉบับที่เสนอมาได้รับการพิจารณาให้นำมาลงตีพิมพ์ ทางสำนักงานจะแจ้งให้เจ้าของบทความทราบ พร้อมทั้งจัดส่งฉบับร่างให้ผู้เขียนตรวจทานและขอคืนตามกำหนดเวลา

5. สถานที่ติดต่อ

รศ.นพ.กิตติพร ศรีอมรัตน์กุล

อาคารเฉลิมพระบารมี ๕๐ ปี

เลขที่ 2 ซอยศูนย์วิจัย ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310

โทรศัพท์ 02-7181 996 โทรสาร 02-7181 997

E-mail: kitiporn@nmu.ac.th



สารบัญ

Original Article

- ▲ อัตราการรอดชีวิตในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดโรคมะเร็งที่กระจายมายังกระดูกสันหลัง ช่วง 5 ปี ในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 81
Overall Survival in Spinal Metastasis Surgery, Single Center Experienced in 5 Years Brain Metastases
Paurames Suppapanya, M.D.
Krishnapundha Bunyaratavej, M.D.
- ▲ The Efficacy of VP Shunt Entry Area Recommender (VPSEAR) in Keen's Point VP Shunt using Computer Simulation and 15 3D Skull Models 90
การประยุกต์ใช้โปรแกรมคำนวณจุดแทงสายระบายในโพรงสมองในการจำลองทางคอมพิวเตอร์ และกะโหลกเทียม 3 มิติ จำนวน 15 หัว
Sasikan Sukhor, M.D.
Vich Yindeedej, M.D.
- ▲ Functional Independency in Patient with Brain Glioblastoma in King Chulalongkorn Memorial Hospital 108
ความสามารถในการช่วยเหลือตนเองในผู้ป่วยที่มีเนื้องอกสมองชนิดไกลิโอบลาสโตมา ที่ได้รับการรักษาในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์
Jirasin Plengsiri, M.D.
Krishnapundha Bunyaratavej, M.D.

อัตราการรอดชีวิตในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดโรคมะเร็งที่กระจายมายังกระดูกสันหลัง ช่วง 5 ปี ในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ปรเมศวร์ ศุภปัญญา, พ.บ.*

กฤษณพันธ์ บุณยะรัตเวช, พ.บ., วว. (ประสาทศัลยศาสตร์)*

*หน่วยประสาทศัลยศาสตร์ ภาควิชาศัลยศาสตร์

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: ศึกษาการรอดชีวิตของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดโรคมะเร็งที่กระจายมายังกระดูกสันหลัง และหาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการรอดชีวิต

วิธีดำเนินการวิจัย: รวบรวมข้อมูลสถิติผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคมะเร็งที่กระจายมายังกระดูกสันหลัง ร่วมกับมีข้อบ่งชี้ในการผ่าตัดกระดูกสันหลังตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2560 ถึง มกราคม พ.ศ. 2565 โดยได้รวบรวมข้อมูลอายุผู้ป่วย ชนิดโรคมะเร็ง ระดับการกระจายของโรคมะเร็งในกระดูกสันหลัง ภาวะอ่อนแรง revised Tokuhashi score (RTS) คุณภาพชีวิตและการช่วยเหลือตนเอง (modified Rankin Scale Score [mRS]) และระยะเวลารอดชีวิตของผู้ป่วยหลังการผ่าตัด

ผลลัพธ์: ผู้ป่วยจำนวน 78 ราย ที่ได้รับการผ่าตัดกระดูกสันหลังโดยพบว่าผู้ป่วยที่ได้รับการประเมินว่ามีคะแนน RTS ≥ 7 มีอัตราการรอดชีวิตโดยมีฐาน 14.20 เดือนและค่าเฉลี่ย 13.48 เดือน โดยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยที่มีนัยยะสำคัญทางสถิติได้แก่ คะแนน RTS (HR 0.7 [95% CI: 0.62-0.81]), คุณภาพชีวิตและการช่วยเหลือตัวเองตอนแรกรับ (mRS at presentation) (HR 1.43 [95% CI: 1.1-1.87]), ชนิดของมะเร็งได้แก่ ไทรอยด์ (HR 0.04 [95% CI: 0-0.43]) และต่อมลูกหมาก (HR 0.15 [95% CI: 0.04-0.57]) และพบว่าผู้ป่วยที่มีคะแนนคุณภาพชีวิตและการช่วยเหลือตัวเองตอนแรกรับหรือ mRS at presentation ที่ ≥ 4 มีโดยมีฐานของการรอดชีวิตที่น้อยกว่า 6 เดือน

สรุป: ผู้ป่วยที่ได้คะแนน RTS ≥ 7 มีอัตราการรอดชีวิตที่มากกว่า 6 เดือน ซึ่งมากกว่าการประเมินอัตราการรอดชีวิตของ RTS เดิม เป็นตัวช่วยในการประเมินผู้ป่วยรวมถึงการตัดสินใจในการผ่าตัดของผู้ป่วยวินิจฉัยโรคมะเร็งที่กระจายมายังกระดูกสันหลังในอนาคต

Abstract

Overall Survival in Spinal Metastasis Surgery, Single Center Experienced in 5 Years

Paurames Suppapanya, M.D.* , Krishnapundha Bunyaratavej, M.D., Dip. Thai Board of Neurological Surgery*

Neurosurgery Surgery Unit, Department of Surgery, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

Objectives: The researchers aimed to evaluate overall survival after surgery in patients with spinal metastases and to identify prognostic factors influencing survival time.

Materials and Methods: This retrospective study was conducted over a 5-year period at Chulalongkorn Hospital, from January 2017 to January 2022. Data collected included demographic information, primary cancer type, level of metastasis, presence of weakness, Revised Tokuhashi Score (RTS), modified Rankin Scale (mRS) score, and overall survival after spine surgery.

Results: Among 78 patients who underwent spinal surgery, those with an RTS of ≥ 7 had a median survival of 14.20 months and a mean survival of 13.48 months. Significant prognostic factors for survival included RTS (HR 0.7 [95% CI: 0.62–0.81]), mRS at presentation (HR 1.43 [95% CI: 1.1–1.87]), and cancer type, specifically thyroid (HR 0.04 [95% CI: 0–0.43]) and prostate (HR 0.15 [95% CI: 0.04–0.57]). Patients with an mRS score ≥ 4 at presentation had a median survival of less than 6 months.

Conclusions: Patients with an RTS ≥ 7 had a survival rate exceeding 6 months, which is higher than the original Revised Tokuhashi survival estimate. RTS remains a useful tool for patient assessment and surgical decision-making in cases of spinal metastasis.

Keywords: Spinal Metastasis, Surgery, Revised Tokuhashi score, Survival, Spine surgery

บทนำ (Introduction)

โรคมะเร็งกระจายมายังกระดูกสันหลัง เป็นโรคที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยมะเร็งระยะสุดท้าย โดยอาการที่พบได้คือมีอาการปวดหลัง ปวดตามเส้นประสาท หรือมีภาวะการกดทับเส้นประสาทหรือไขสันหลังที่ทำให้มีอาการชาหรืออ่อนแรง รวมไปถึงการพบโดยบังเอิญผ่านการตรวจภาพรังสีวินิจฉัยประเมินตัวโรคมะเร็ง ทั้งนี้เป็นโรคที่สร้างความทุกข์ทรมานให้แก่ผู้ป่วยเป็นอย่างมาก เช่น อาการปวดหลังหรืออาการอ่อนแรงของแขนขาเป็นอุปสรรคในการใช้ชีวิตประจำวัน ทำให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยแย่ลงรวมถึงมีผลให้การรักษาโรคมะเร็งปฐมภูมิเป็นไปได้ยากมากยิ่งขึ้น

ในการผ่าตัดโรคมะเร็งกระจายมายังกระดูกสันหลังนั้น ใช้หลายปัจจัยในการคำนวณพยากรณ์ของโรครวมถึงแนวทางการรักษาทั้งอายุ, โรคมะเร็งปฐมภูมิ, การกระจายของมะเร็ง อาการทางระบบประสาท และสภาพอาการของผู้ป่วย เช่น revised Tokuhashi score (RTS)¹ ที่จะประเมินอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยด้วยการประเมินปัจจัยต่างๆของผู้ป่วย นำมาสู่การพยากรณ์ของโรค รวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจว่าผู้ป่วยจะได้รับประโยชน์จากการผ่าตัดกระดูกสันหลังหรือช่วยเรื่องการยืดอายุขัยหลังการผ่าตัดหรือไม่² โดยดั้งเดิมคะแนน RTS ที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 8 จะมีอายุขัยโดยเฉลี่ยน้อยกว่าหรือเท่ากับ 6 เดือน¹ ซึ่งไม่แนะนำใน

การผ่าตัด เนื่องจากผู้ป่วยมีพยากรณ์โรคที่แย่มากหรืออาจจะไม่ได้รับประโยชน์จากการผ่าตัด หรือการผ่าตัดนี้จะเป็นเพียงการผ่าตัดแบบประคับประคองผู้ป่วยให้พอสามารถใช้ชีวิตประจำวันในช่วงระยะสุดท้ายของชีวิต ส่วนหากมีคะแนนในช่วง 8 ถึง 12 จะมีอายุขัยโดยเฉลี่ย 6 ถึง 12 เดือน ซึ่งมีการพยากรณ์โรคที่ดีขึ้น หรือหากมีคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 12 ผู้ป่วยสามารถมีอายุโดยเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ปี

จากการวิจัยในต่างประเทศพบว่าผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดโรคมะเร็งที่กระจายมายังกระดูกสันหลัง จะทำเมื่อประเมินแล้วว่าผู้ป่วยได้มีการประเมินพยากรณ์ของโรคที่คาดว่าจะมีอายุขัยมากกว่า 6 เดือนเป็นอย่างน้อยและมีข้อบ่งชี้ที่ต้องผ่าตัดกระดูกสันหลัง โดยผลลัพธ์หลังการผ่าตัดพบว่าช่วยเพิ่มอายุขัยหลังจากการผ่าตัดตั้งต้นได้ตั้งแต่ 4-26 เดือน³⁻⁵ เมื่อเทียบกับการประเมินพยากรณ์ของโรคและอายุขัยเบื้องต้น ทั้งนี้ยังไม่มีการศึกษาในประเทศไทยมาก่อน ซึ่งมีลักษณะบริบททางสังคมที่แตกต่างกับการศึกษาของต่างประเทศ ทั้งในด้านระบบสาธารณสุข สังคม ความเชื่อและเศรษฐกิจ จึงได้ทำการศึกษานี้ขึ้นมาเพื่อศึกษาอัตราการรอดชีวิตรวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการรอดชีวิตของผู้ป่วย และนำมาประกอบใช้ในการประเมินผู้ป่วยก่อนการผ่าตัด

วัสดุและวิธีการ (Materials and Methods)

2.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบ retrospective study โดยเก็บข้อมูลของผู้ป่วยโรคมะเร็งที่กระจายมายังกระดูกสันหลัง และได้รับการผ่าตัดกระดูกสันหลังระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึง มกราคม พ.ศ. 2565 โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกเข้าคือผู้ป่วยมีอายุมากกว่า 18 ปี, มีข้อมูลโรคมะเร็งปฐมภูมิ ประวัติและสถานภาพผู้ป่วย รายละเอียดการผ่าตัดที่ครบถ้วน และมีการติดตามการรักษา

เป็นอย่างน้อย 6 เดือนหลังการผ่าตัด รวมถึงผู้ป่วยที่เสียชีวิตภายใน 6 เดือนหลังการผ่าตัด โดยอัตราการรอดชีวิตคำนวณจากการติดตามการรักษาครั้งสุดท้ายหรือวันที่เสียชีวิต ผู้ป่วยที่ไม่ได้ติดตามการรักษาหลังผ่าตัดเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 6 เดือนหรือไม่ทราบวันที่เสียชีวิต จะถูกคัดออกจากการคำนวณ

งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองโดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการเข้าถึงข้อมูลเวชระเบียนและการนำข้อมูลมาทำการศึกษาวินิจฉัย

2.2 การเก็บข้อมูล

ผู้ป่วยทุกคนจะได้รับการเก็บข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ, อายุ, วันที่เข้ารับการวินิจฉัยโรคมะเร็งที่กระจายมายังกระดูกสันหลัง, คุณภาพชีวิตและการช่วยเหลือตัวเองก่อนที่จะมีอาการเจ็บป่วย และ ณ วันที่ทำโรงพยาบาล (modified Rankin Scale score [mRS] prior metastasis and at presentation), อาการอ่อนแรงของรยางค์, โรคมะเร็งปฐมภูมิ, ปริมาณการกระจายของมะเร็งมายังกระดูกสันหลัง, ระดับของไขสันหลังที่มะเร็งกระจายมา, การกระจายของมะเร็งไปยังกระดูกบริเวณอื่น, การกระจายของมะเร็งไปยังอวัยวะภายใน, การผ่าตัดมะเร็งในตำแหน่งที่กระจาย, คะแนน RTS, ระดับการผ่าตัด laminectomy and spinal fixation, วันนัดสุดท้ายหรือวันที่เสียชีวิตของผู้ป่วย, ระยะเวลาอายุขัยของผู้ป่วยนับจากวันที่ได้รับการวินิจฉัยจนถึงวันนัดสุดท้ายหรือวันที่เสียชีวิตของผู้ป่วย

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย ได้แก่ เพศ อายุ โรคมะเร็งปฐมภูมิ การกระจายของมะเร็ง คะแนน mRS อาการอ่อนแรง รวมถึงอายุขัยหรือระยะเวลาการติดตามการรักษา จากนั้นทำการคำนวณคะแนน

RTS จากประวัติเวชระเบียนของผู้ป่วยและประเมินความสอดคล้องกับอัตราการรอดชีวิต ข้อมูลที่มีการกระจายแบบปกติจะแสดงด้วยค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean \pm SD) ในขณะที่ข้อมูลที่ไม่เป็นการกระจายแบบปกติจะแสดงด้วยค่ามัธยฐาน (ช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์) การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่ออายุขัยของผู้ป่วยทำโดยใช้การวิเคราะห์แบบ Cox regression ทั้งแบบ Univariate และ Multivariate พร้อมทั้งทำการประเมินอัตราการรอดชีวิตด้วยวิธี Kaplan-Meier โดยพิจารณาหาค่า p -value < 0.05

ผลการวิจัย (Results)

ในระยะเวลาดังกล่าวมีผู้ป่วยจำนวน 98 ราย แต่มีข้อมูลการผ่าตัดและการรักษาไม่ครบถ้วนจำนวน 8 ราย และไม่ได้ติดตามการรักษาหลังการผ่าตัดจำนวน 12 ราย จึงเหลือผู้ป่วยที่อยู่การศึกษานี้ทั้งหมดจำนวน 78 ราย ด้านข้อมูลสามารถดูได้จากตารางที่ 1

ตารางที่ 1 Demographic data

Demographic data	Number of patients (n = 78)
Sex (%)	
Female	38 (48.7)
Male	40 (51.3)
Age of Spinal Metastasis diagnosis	60.7 (\pm 11.1)
mRS score before metastasis event	1.5 (\pm 0.9)
mRS score at the presentation	3.6(\pm 1.2)
Motor Weakness at presentation (%)	
Paraparesis	52 (66.7)
Paraplegia	10 (12.8)
Radiculopathy/Monoparesis	8 (10.3)
Quadriparesis	1 (1.3)
Hemiparesis	1 (1.3)
None	6 (7.7)
Primary Cancer (%)	
Lung	22 (28.2)
Prostate	11 (14.1)
Breast	8 (10.3)
Colon	7 (9.0)
Thyroid	6 (7.7)
Pancreases	4 (5.1)
Rectum	3 (3.8)
Uterus	3 (3.8)
Kidney	2 (2.6)
Nasopharynx	2 (2.6)
Other [§]	10 (12.8)
Level of symptoms or cord compression	
Upper Cervical C1-C4 (%)	3 (3.8)
Lower Cervical C5-C7 (%)	6 (7.7)
Upper Thoracic T1-T6 (%)	32 (41)
Lower Thoracic T7-T12 (%)	19 (24.4)
Thoraco-Lumbar junction (%)	7 (9.0)
Lumbar (%)	17 (21.8)
Revised Tokuhashi score	7.6 (\pm 3)
Levels of Laminectomy	2.8 (\pm 1.7)
Levels of Spinal Fixation	4.4 (\pm 2.3)
Status of Patient Follow-up; n	
Actively Follow up (%)	24 (30.1)
Death (%)	42 (54)
Loss to follow-up (%)	12 (15.4)
Follow-up length in months (range)	12.4*
Actively Follow up	27.7* (12-61)
Death	2.9* (0.2-31)
Loss to follow-up	18.5* (9.7-48.1)

mRS: modified Rankin Scale; [§]เนื้อมะเร็งที่มีชนิดละ 1 คน อันได้แก่ adenoid cystic, tonsil, cervix, corpus, duodenum, liver, lymphoma, malignant triton tumor, thymic, stomach; *Median

จากตารางที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อพยากรณ์โรคและการรอดชีวิตของผู้ป่วยโดยได้พบว่าปัจจัยที่ส่งผลบวกหรือลดความเสี่ยงอันตรายคือผู้ป่วยที่เป็นมะเร็งไขกระดูก (HR 0.04) หรือต่อมลูกหมาก (HR 0.15) หรือผู้ที่มีคะแนน RTS มากขึ้น (HR 0.7) ต่อ 1 คะแนนส่งผลให้

ผู้ป่วยมีอายุขัยที่นานขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ส่วนปัจจัยลบหรือเพิ่มความเสี่ยงอันตรายได้แก่ คุณภาพชีวิตและการช่วยเหลือตัวเอง ณ วันที่ได้รับการวินิจฉัย (mRS at presentation) (HR 1.43) และมะเร็งมดลูก

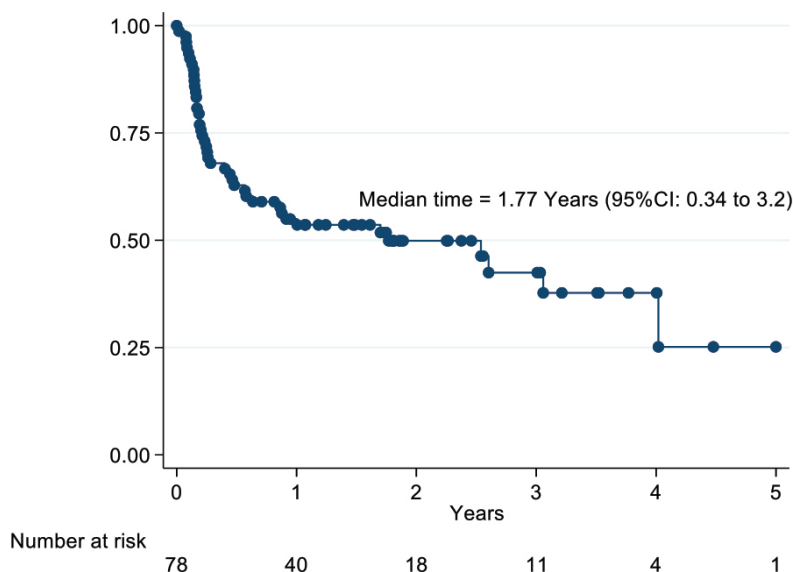
ตารางที่ 2 Univariate and Multivariate Cox regression analysis ต่อระยะเวลาการรอดชีวิต

	HR (95%CI)	p-value
mRS score before metastasis event	1.15 (0.86, 1.55)	0.341
mRS score at the presentation	1.43 (1.1, 1.87)	0.008*
Motor Weakness at presentation		
Paraparesis	Reference	1
Paraplegia	1.76 (0.76, 4.1)	0.19
Monoparesis	0.78 (0.27, 2.24)	0.644
None	0.45 (0.11, 1.92)	0.284
Hemiparesis	1.66 (0.22, 12.32)	0.619
Quadriparesis	2.61 (0.35, 19.57)	0.35
Primary Cancer		
Lung	Reference	1
Stomach	2.81 (0.36, 22.11)	0.325
Pancreas	2.31 (0.75, 7.13)	0.144
Liver	2.02 (0.26, 15.63)	0.502
Kidney	0.69 (0.09, 5.3)	0.725
Uterus	3.7 (1.19, 11.47)	0.024*
Rectum	0 (0, 1)	0.978
Thyroid	0.04 (0, 0.43)	0.007*
Breast	0.41 (0.12, 1.43)	0.162
Prostate	0.15 (0.04, 0.57)	0.005*
Colon	0.27 (0.06, 1.16)	0.078
Other	0.6 (0.22, 1.64)	0.319
Levels of Symptoms/Cord compression		
Upper Cervical C1-C4	0.05 (0, 38.45)	0.37
Lower Cervical C5-C7	1.67 (0.65, 4.27)	0.285
Upper Thoracic T1-T6	1.37 (0.73, 2.54)	0.325
Lower Thoracic T7-T12	0.89 (0.44, 1.83)	0.762
Thoraco-Lumbar junction	2.37 (0.99, 5.69)	0.054
Lumbar	0.71 (0.32, 1.55)	0.386
Revised Tokuhashi score	0.7 (0.62, 0.81)	< 0.001*
Levels of Laminectomy	1.07 (0.89, 1.29)	0.497
Levels of Spinal fixation and fusion	1.02 (0.9, 1.15)	0.783

mRS: modified Rankin Scale

กราฟ Kaplan-Meier ดังรูปที่ 1 พบว่ามี median survival time ที่ 1.77 ปี และร้อยละ 25 ของผู้ป่วยในการศึกษา

นี้เสียชีวิตเมื่อติดตามอาการประมาณ 4 เดือนหลังจากการผ่าตัด



รูปที่ 1 Kaplan-Meier of 5 years

การมีการแจกแจงอายุขัยของผู้ป่วยตามปัจจัยที่มีความสำคัญคือ RTS ดังตารางที่ 3 โดยพบว่าผู้ป่วยที่มี RTS มากกว่าหรือเท่ากับ 7 มีค่ามัธยฐานของอายุขัยมากกว่า 6 เดือน ทั้งนี้ที่คะแนน RTS 4 มีอายุขัยทั้งโดย

เฉลี่ยและค่ามัธยฐานมากถึง 18.0 และ 21.8 เดือนตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าผู้ป่วยที่มีคะแนน 4 นั้นมีเพียงสามคนโดยมีอายุขัยหลังการผ่าตัด 1.7, 21.8 และ 30.5 เดือนตามลำดับ

ตารางที่ 3 Revised Tokuhashi score with survival time

Score	Number (n)	Average (± SD)	Median
2	3	1.53 (± 0.5)	1.73
3	4	3.18 (± 2.5)	2.27
4*	3 (1.7, 21.8, 30.5)	18.00 (± 14.7)	21.77
5	17	8.51 (± 8.1)	5.77
6	5	8.71 (± 9)	4.83
7	7	13.48 (± 10.6)	14.20
8	8	12.11 (± 10.3)	10.75
9	6	27.16 (± 14.3)	25.98
10	10	22.86 (± 17.7)	22.07
11	7	24.90 (± 18.8)	22.67
12	4	22.63 (± 9.3)	19.75
13	3	34.82 (± 15.4)	38.57
14	1	53.73	53.73

ส่วนคุณภาพชีวิตและการช่วยเหลือตัวเอง ณ วันที่ได้รับการวินิจฉัย (mRS score at presentation) ที่เป็นปัจจัยลบที่ทำให้ผู้ป่วยมีอายุขัยที่สั้นลง เมื่อแจกแจงดัง

ตารางที่ 4 พบว่าผู้ป่วยที่มีคะแนน mRS score ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 4 มีอายุขัยหลังการผ่าตัดค่ามัธยฐาน 5-6 เดือน และเป็นผู้ป่วยส่วนใหญ่ของการศึกษา

ตารางที่ 4 Modified Rankin Scale score at presentation with survival time

Score	n	Average (\pm SD)	Median
0	1	53.73	53.73
1	2	22.60 (\pm 15.7)	22.60
2	13	20.89 (\pm 15.6)	20.97
3	18	20.26 (\pm 14.0)	18.18
4	21	12.04 (\pm 14.0)	5.57
5	23	12.06 (\pm 11.6)	6.97

วิจารณ์ (Discussions)

จากการศึกษาในต่างประเทศ กลุ่มอายุของผู้ป่วยและมะเร็งมีพบว่ามีกระจายมายังกระดูกสันหลังได้บ่อยอันได้แก่ ไทรอยด์ เต้านม ต่อมลูกหมาก และปอด^๑ ซึ่งสอดคล้องไปในแนวทางเดียวกันการศึกษานี้ รวมถึงการกระจายของมะเร็งที่มายังระดับกระดูกสันหลังส่วนอกเป็นบริเวณที่เกิดขึ้นบ่อยมากที่สุด^{7,8}

ในด้านการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล ปัจจัยที่มีผลต่ออายุขัยของผู้ป่วยพบว่ามี 3 ปัจจัยคือผู้ป่วยที่เป็นมะเร็งไทรอยด์และต่อมลูกหมาก คะแนน RTS ซึ่งจากมะเร็งไทรอยด์และต่อมลูกหมากเป็นมะเร็งมีคะแนนสูงสุดในกลุ่มโรคมะเร็งในการคำนวณ RTS เพื่อพยากรณ์โรคของผู้ป่วย และจากการศึกษาที่ผ่านมาทั้ง 3 อย่างนี้เป็นปัจจัยสำคัญและส่งผลกระทบต่ออายุขัยของผู้ป่วย

ด้านปัจจัยลบที่ส่งต่อผลต่อผู้ป่วยอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติคือคุณภาพชีวิตและการช่วยเหลือตัวเอง ณ วันที่ได้รับการวินิจฉัย (mRS score at presentation) ที่แย่นั้นจะส่งผลให้อายุขัยของผู้ป่วยลดลง ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่มีการประเมินผู้ป่วยโดยใช้ Karnofsky Performance Status (KPS) score หรือ

ระดับความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวัน เป็นปัจจัยสำคัญในการพยากรณ์โรค^{9,10} รวมถึงใน RTS ด้วย และอีกปัจจัยลบที่ส่งผลต่อผู้ป่วยคือผู้ป่วยที่เป็นมะเร็งมดลูก โดยมีทั้งหมด 3 ราย ซึ่งโดยการศึกษาที่ผ่านมามะเร็งมดลูกเป็นมะเร็งที่มีพยากรณ์ในระดับปานกลาง¹¹ เมื่อดูรายละเอียดอาการของผู้ป่วย พบว่าผู้ป่วยมะเร็งมดลูกทุกคนในการศึกษานี้เป็นผู้ป่วยที่มีมะเร็งลุกลามในบริเวณใกล้เคียงกับมดลูกและไม่สามารถผ่าตัดออกได้ มีการกระจายไปยังปอดแล้วทุกราย รวมถึง ณ วันที่มาโรงพยาบาลนั้นผู้ป่วยมี mRS 4 หรือ 5 และด้วยปัจจัยเหล่านี้ทำให้ผู้ป่วยมีพยากรณ์โรคที่ไม่ดี แล้วส่งผลให้การคำนวณทางสถิติของผู้ป่วยกลุ่มนี้เป็นปัจจัยลบอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติทั้งนี้เนื่องจากผู้ป่วยมีเพียง 3 ราย ซึ่งไม่สามารถพยากรณ์แนวโน้มของตัวโรคได้อย่างชัดเจนในขณะเดียวกันผู้ป่วย 3 รายที่คะแนน RTS 4 คะแนนแต่มีอายุขัย 1.7, 21.8 และ 30.5 ตามลำดับ พบว่าผู้ป่วยกลุ่มนี้เป็นคนไข้มะเร็งปอด ที่มีการกระจายไปยังกระดูกและอวัยวะอื่น ทั้งนี้ผู้ป่วย 2 รายนั้นมีการกระจายหลายตำแหน่งและปริมาณไม่มาก ส่งผลให้อาการอ่อนแรงเพียงเล็กน้อย และอวัยวะอื่นทำงานได้ปกติ รวมไปถึง

ถึงผู้ป่วยกลุ่มนี้หลังการผ่าตัดได้รับการฉายแสงและได้ยาเคมีบำบัด มีการตอบสนองต่อการรักษาเป็นนอย่างดี ทำให้ผู้ป่วย 2 รายนี้มีอายุขัยที่ยืนยาวมากกว่าตามที่พยากรณ์โรคไว้

การเปรียบเทียบ RTS และอายุขัยผู้ป่วย พบว่าผู้ป่วยที่คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 7 มีอายุขัยได้นานมากกว่า 1 ปี ซึ่งมีความแตกต่างกับการศึกษาดั้งเดิมและการพยากรณ์โรคของคะแนน RTS ที่ผู้ป่วยคะแนนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 8 จะมีพยากรณ์โรคที่อายุขัยน้อยกว่า 6 เดือน¹ ทั้งนี้เคยมีการศึกษาที่บ่งบอกว่าคะแนน RTS ปัจจุบันมีพยากรณ์โรคที่ดีมากขึ้น อายุยืนมากขึ้น ซึ่งประกอบด้วยหลายปัจจัยเช่นความแตกต่างของเทคนิคการผ่าตัด เครื่องมือทางการแพทย์ แนวทางดูแลผู้ป่วย รวมถึงการให้เคมีบำบัดและการฉายแสงระหว่างอดีตและปัจจุบันเป็นอย่างมาก ส่งผลให้อัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยดีขึ้น^{12,13} และผู้วิจัยเห็นว่ากรณีคะแนน RTS ในการประเมินหรือตัดสินผ่าตัดเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการตัดสินแนวทางการรักษาได้

สรุป (Conclusions)

RTS ที่สูงส่งผลเป็นปัจจัยบวกต่ออายุขัยของผู้ป่วย รวมถึงจากการศึกษาพบว่า RTS ที่มากกว่าหรือเท่า 7 มีแนวโน้มพยากรณ์ของโรคที่ยังดี และมีระยะเวลารอดชีวิตที่ยืนยาวกว่าการพยากรณ์โรคเดิมใน RTS ในขณะเดียวกันผู้ป่วยที่มีคะแนน mRS ณ วันที่มาโรงพยาบาล 4 - 5 นั้นมีแนวโน้มที่ไม่ดี และมีพยากรณ์โรคอายุขัยในช่วง 5-6 เดือน

เอกสารอ้างอิง (References)

1. Tokuhashi Y, Matsuzaki H, Oda H, Oshima M, Ryu J. A revised scoring system for preoperative evaluation of metastatic spine tumor prognosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005 Oct 1;30(19):2186-91.
2. Quraishi NA, Manoharan SR, Arealis G, Khurana A, Elsayed S, Edwards KL, Boszczyk BM. Accuracy of

- the revised Tokuhashi score in predicting survival in patients with metastatic spinal cord compression (MSCC). *Eur Spine J*. 2013 Mar;22 Suppl 1: S21-6.
3. Rothrock RJ, Barzilai O, Reiner AS, Lis E, Schmitt AM, Higginson DS, Yamada Y, Bilsky MH, Laufer I. Survival trends after surgery for spinal metastatic tumors: 20-year cancer center experience. *Neurosurgery*. 2021 Feb;88(2):402-12.
4. Czigléczi G, Mezei T, Pollner P, Horváth A, Banczerowski P. Prognostic factors of surgical complications and overall survival of patients with metastatic spinal tumor. *World Neurosurg*. 2018;113:e20-8.
5. Wibmer C, Leithner A, Hofmann G, Clar H, Kapitan M, Berghold A. Survival analysis of 254 patients after manifestation of spinal metastases: evaluation of seven preoperative scoring systems. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011 Sep 1;36(22):1977-86.
6. Chiu RG, Mehta AI. Spinal metastases. *JAMA*. 2020;323(23):2438.
7. Ziu E, Viswanathan VK, Mesfin FB. Spinal metastasis. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; [cited 2025 Aug 2]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441950/>
8. Başdelioğlu K. Features of spinal metastases: a retrospective view. *Int J Spine Surg*. 2021 Feb;15(1):119-29.
9. Paholpak P, Sirichativapee W, Wisanuyotin T, Kosuwon W, Jeeravipoolvarn P. Prevalence of known and unknown primary tumor sites in spinal metastasis patients. *Open Orthop J*. 2012;6:440-4.
10. Goodwin CR, Khattab MH, Sankey EW, Elder BD, Kosztowski TA, Sarabia-Estrada R, et al. Factors associated with life expectancy in patients with metastatic spine disease from adenocarcinoma of the lung. *Global Spine J*. 2015 Oct;5(5):417-24.
11. Liu S, Zhou X, Song A, Huo Z, Yao S, Wang Y, et al. Clinical characteristics and prognostic analysis of gynecologic cancer with spinal metastases: a single-center retrospective study. *Cancer Manag Res*. 2020

Aug 20;12:7515-25.

12. Pointillart V, Vital JM, Salmi R, Diallo A, Quan GM. Survival prognostic factors and clinical outcomes in patients with spinal metastases. *J Cancer Res Clin Oncol.* 2011 May;137(5):849-56.
13. Saenmanot N, Ruangchainikom M, Ariyawatkul T,

Korwutthikulrangsri E, Saenmanot S, Luksanapruksa P, et al. Survival analysis of and prognostic factors for metastatic epidural spinal cord compression compared between preoperative known and unknown primary tumors. *Siriraj Med J.* 2022;74(10):684-92.

The Efficacy of VP Shunt Entry Area Recommender (VPSEAR) in Keen's Point VP Shunt using Computer Simulation and 15 3D Skull Models

Sasikan Sukhor, M.D.

Vich Yindeedej, M.D.

*Division of Neurosurgery, Department of Surgery
Thammasat University Hospital, Faculty of Medicine,
Thammasat University*

Abstract

Objective: The accuracy of the free-hand technique in VP shunt catheter placement is not high due to patients' dissimilarities and different severity of hydrocephalus. Although navigator-assisted VP shunt is more accurate, not every neurosurgical center can afford neuronavigation. Therefore, we developed a software named VP Shunt Entry Area Recommender (VPSEAR), using computer science combined with neurosurgery knowledge to provide each patient's recommended entry and ventricular catheter length. Here, we conducted an evaluation of our program efficacy in simple hydrocephalus patients.

Methods: Fifty hydrocephalus cases were randomly chosen from our medical records. Patient data, including age, sex, cause of hydrocephalus, and hydrocephalus severity, were collected. VP shunt simulation was evaluated by two methods: 1) computer simulation and 2) fifteen 3D skull model simulations to compare the VPSEAR recommended entry point at the parietal region vs. the theoretical Keen's point. Locations of ventricular catheter tips were recorded and categorized into proper and improper locations.

Result: One hundred samples (50 cases, both sides) were evaluated. VPSEAR achieved a proper location of ventricular catheter tip for 86/100 (86%). In Keen's point, three different lengths of ventricular catheter tip were evaluated and showed a proper location in 86/100 (86%), 46/100 (46%), and 6/100 (6%) for ventricular catheter lengths of 6, 7, and 8 cm respectively. In 92% of VPSEAR's group, the majority of catheters were in the ventricle, and in only 8 cases, the majority of catheters were in the brain, while 86% of the majority of catheters in Keen's group were in the ventricle. VPSEAR recommended ventricular catheter length was 64.92 ± 10.21 mm. The mean displacement from the VPSEAR entry point to Keen's point was 21.29 ± 16.12 mm. Regarding the 3D skull model simulation, our study showed the angle of deviation from the theoretical perpendicular trajectory was 8.64 ± 3.38 degrees.

Conclusion: Our VPSEAR is a promising, inexpensive option for locating ventricular entry points using computer science and neurosurgery knowledge. VPSEAR showed higher accuracy than Keen's point in both computer simulation and 3D skull model simulation evaluations.

Keywords: VP shunt, program, accuracy, simulation, 3D skull

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้โปรแกรมคำนวณจุดแทงสายระบายในโพรงสมองในการจำลองทางคอมพิวเตอร์ และกะโหลกเทียม 3 มิติ จำนวน 15 หัว

ศศิกานต์ สุขห่อ, พ.บ., วิชญ์ ยินดีเดช, พ.บ.

หน่วยศัลยกรรมระบบประสาท ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

วัตถุประสงค์: ความแม่นยำของการผ่าตัดวางสาย/ท่อระบายน้ำจากโพรงน้ำในสมองลงมาสู่ช่องท้อง โดยวิธี free hand ยังมีความแม่นยำค่อนข้างต่ำ เนื่องจากตำแหน่งที่ใช้เป็นจุดอ้างอิงและปัจจัยเรื่องขนาดของโพรงสมองมีความแตกต่างในแต่ละบุคคล อีกหนึ่งตัวเลือกที่แพทย์สามารถนำมาใช้วางแผนการผ่าตัดคือการใช้เครื่องช่วยกำหนดและยืนยันจุดหรือระบบนำวิถี (neuronavigator) อย่างไรก็ตามเครื่อง neuronavigation มีราคาที่สูงมาก จึงไม่ได้มีใช้แพร่หลายในทุกโรงพยาบาลที่มีการผ่าตัดทางระบบประสาท ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการผลิตซอฟต์แวร์สร้างโปรแกรมที่นำข้อมูลภาพถ่ายซีทีสแกนมาช่วยคำนวณบริเวณที่สามารถใช้เป็นจุดเข้าแบบอัตโนมัติและคำนวณความยาวของสาย ventricular end โดยประมวลผลและแสดงผลร่วมกับภาพถ่ายกะโหลกที่ซ้อนทับโพรงสมองด้วยโปรแกรม 3 มิติจะช่วยทำให้การผ่าตัดวางสาย/ท่อระบายน้ำจากโพรงน้ำมีความละเอียดแม่นยำมากยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการที่จะประยุกต์ใช้โปรแกรมคำนวณจุดแทงสายระบายในโพรงสมองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพความแม่นยำของโปรแกรมในผู้ป่วยที่มีโพรงสมองคั่งน้ำที่ไม่ได้มีความซับซ้อน

วิธีการศึกษา: สุ่มเลือกผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคโพรงสมองคั่งน้ำทั้งหมดจำนวน 50 รายจากเวชระเบียน ทำการเก็บข้อมูลของผู้ป่วยประกอบไปด้วย อายุ เพศ สาเหตุของโรคโพรงสมองคั่งน้ำและปัจจัยเรื่องขนาดของโพรงสมอง จำลองผ่าตัดวางสาย/ท่อระบายน้ำจากโพรงน้ำในสมองลงมาสู่ช่องท้องสองวิธี 1. จำลองแทงเข้ากะโหลก (entry point) เพื่อให้เข้าถึงโพรงสมองในคอมพิวเตอร์ 2. จำลองในโมเดลกะโหลกเทียม 3 มิติ จำนวน 15 หัวโดยใช้จุดที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมเทียบกับการใช้จุดคืน เพื่อดูตำแหน่งปลายสายในโพรงสมอง

ผลการศึกษา: ผู้ป่วยทั้งหมด 50 ราย ทำการจำลองทั้งสองข้างแบ่งเป็นจำลอง 100 ครั้ง พบว่าร้อยละ 86 ปลายสายอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม เมื่อจำลองโดยใช้จุด entry point ที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม ในขณะที่จุดของคืนพบว่าอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ร้อยละ 86, ร้อยละ 46 และร้อยละ 6 ในความยาวของสาย ventricular end ที่ 6 ซม. 7 ซม. และ 8 ซม. ตามลำดับ ร้อยละ 92 ของกลุ่มที่ใช้จุด entry point ที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมพบว่าปลายสายส่วนใหญ่อยู่ในโพรงสมอง มีเพียง 8 รายที่ปลายสายส่วนใหญ่อยู่ในเนื้อสมอง ในขณะที่จุดของคืน ปลายสายส่วนใหญ่อยู่ในโพรงสมองเพียงร้อยละ 86 ความยาวของสาย ventricular catheter ได้จากการคำนวณของโปรแกรมคือ 64.92 ± 10.21 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของระยะกระจัดของจุด entry point ได้จากการคำนวณของโปรแกรมและจุดของคืนคือ 21.29 ± 16.12 มิลลิเมตร เมื่อทำการจำลองในโมเดลกะโหลกเทียม 3 มิติ พบว่ามุมที่เบี่ยงเบนจากการทำมุมตั้งฉากระหว่างแทงเข้าโพรงสมองคือ 8.64 ± 3.38 องศา

สรุป: โปรแกรมคำนวณจุดแทงสายระบายในโพรงสมองคาดว่าจะประโยชน์ต่อวงการแพทย์ สามารถช่วยให้การผ่าตัดวางสาย/ท่อระบายน้ำจากโพรงน้ำมีความละเอียดแม่นยำมากยิ่งขึ้นช่วยลดค่าใช้จ่ายของผู้ป่วย ซึ่งโปรแกรมคำนวณจุดแทงสายระบายในโพรงสมองพบว่ามีความแม่นยำมากกว่าจุดของคืนทั้งการจำลองในคอมพิวเตอร์และการจำลองในโมเดลกะโหลกเทียม 3 มิติ.

คำสำคัญ: ผ่าตัดวางสาย/ท่อระบายน้ำจากโพรงน้ำ, โปรแกรม, ความแม่นยำ, การจำลอง, โมเดลกะโหลกเทียม 3 มิติ

Introduction

Ventriculoperitoneal (VP) shunt is one of the most common procedures in neurosurgery. Two main techniques used to insert a ventricular catheter are the free-hand and navigator-assisted technique. The navigator-assisted technique is the most accurate, but some neurosurgery centers, especially in low-to-moderate-income countries, cannot afford the navigation system.^{1,2} The free-hand technique is more common in global neurosurgical practice; however, according to the literature, it is not highly accurate.³⁻⁵ To solve this problem, many groups have proposed their own techniques to enhance the accuracy of the free-hand VP shunt without using navigation.¹⁻⁵

Two challenges regarding free-hand VP shunt surgery are determining the proper entry location and determining the appropriate ventricular catheter length in each case. Several entries such as Kocher's, Keen's, Dandy's and Frazier's points, all marked by an external landmark and their recommended ventricular catheter lengths have been proposed for many decades and are in use around the world.^{6,7} The improper length and entry point would cause shunt failure, especially within the first year, in 39%⁸. The most common cause of shunt failure is ventricular catheter tip occlusion by tissue debris from ventricular structures including ependymal cells, choroid plexus, and leptomeninges⁸. However, the proper length of the ventricular catheter and entry point are considerable for long-term preservation of VP shunt function⁹. Therefore, the same exact measurement for each proposed entry is only sometimes accurate for some patients because there are differences in patients'

anatomies and various hydrocephalus severities. For example, Keen's point is almost located 2.5–3 cm. superiorly and posteriorly to the ear pinna¹⁰, but each patient has a different ear size and hydrocephalus severity. One previous study showed only 65% accuracy of Keen's point under the free-hand technique.¹¹ Therefore, Keen's point is most commonly used in our institution and several neurosurgical units⁶ because there is a short distance to pass through the peritoneal cavity, which requires no additional incision.¹⁰ Initially, we developed our software, VP Shunt Entry Area Recommender (VPSEAR), to improve the accuracy of the ventricular entry procedure using Keen's point.¹² VPSEAR was developed using knowledge of computer science combined with neurosurgery. This program needs no navigation system; it requires only a thin slice of computed tomography (CT) of the brain in a Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) file as input. Then, it will calculate an individual entry point recommended to access a ventricle from the parietal region. In this study, we evaluated our program efficacy by simulating ventricular punctures in a computer simulation, and we also confirmed them by additionally simulating the ventricular punctures under a surgeon's hand with fifteen 3D skull models under a navigator, which should better represent a real-life situation.

Principle of VPSEAR

After the DICOM file is uploaded in VPSEAR, the 3D models of the surfaces of the skull, lateral ventricles, and the ear pinna are created from point clouds, which were constructed from their Hounsfield units (HU). The model is readjusted into standard

Frankfurt alignment. 3D vectors are created orthogonally at the surface of the skull at the parietal region superiorly and posteriorly to the ear pinna above the temporalis muscle. VPSEAR automatically selects the skull's largest circular area, in which its internal point's vectors project onto the atrium of the lateral ventricle. The program produces the location of the

center, the radius, and the ventricular catheter length. The location is defined simply by vertical and horizontal distances from the neurosurgeon's predefined reference point, which is set as the top of the ear pinna. The VPSEAR's graphic user interface (GUI) is user-friendly, and the VPSEAR report is easy to understand (Fig. 1A and 1B).

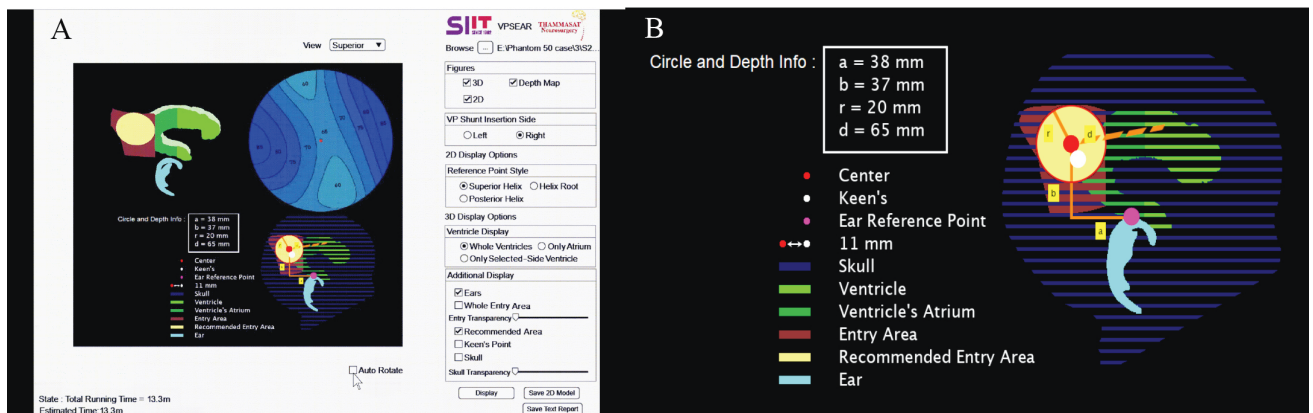


Figure 1 A Graphic user interface of VPSEAR. B: VPSEAR report in the sample case.

Each patient takes about 5–15 minutes to process and show the result. The duration depends on the computer's performance and the number of slides used in the calculation. VPSEAR was experimentally proven to be very accurate in another study. The accuracy was obtained by verifying the position of the ventricular catheter end tip using the recommended entry point and ventricular catheter length from the VPSEAR with different computer simulations, 3D Slicer® (Massachusetts, USA). Details of the VPSEAR programming algorithm and its verification will not be described here as it is already published in another computer science journal.^{8,12}

Method

Our study was approved by the university ethic committee (MTU-EC-SU-6-290/64). We searched and randomly chose 50 hydrocephalus patients treated in our department between July 2020 and June 2021. We excluded patients with abnormal ventricular anatomy to focus on the efficacy of VPSEAR in simple hydrocephalus. We excluded abnormal scalp and skull surface cases to evaluate normal reference points. Cases with abnormal ear shape were also excluded. In addition, we excluded cases with inadequate DICOM file data and cases with prior VP shunt placement. 3D experimental models were printed for 15 cases, and a total of 50 cases were evaluated in computer simulation.

Data regarding age, sex, cause of hydrocephalus, and hydrocephalus severity were collected. Quantitative data was presented with mean \pm standard deviation and range. Qualitative data was presented with percentages. VPSEAR was then used to calculate the recommended entry for selected 50 cases on both sides. A total of 100 samples were evaluated. Our study used RadiAnt[®] DICOM Viewer version 2022.¹ (Medixant, Poland) to assess program accuracy by computer simulation. Interested researchers can easily reproduce our evaluation steps.

Computer Simulation Evaluation Steps

After selecting the DICOM data of a patient, we clicked “3D MPR” for multiplanar reconstruction. We adjusted the image set to the proper Frankfurt plane in all views, including axial, coronal, and sagittal views. The midline was located by falx cerebri identification in axial view. In the coronal view, the superior and inferior orbital rims were adjusted to the symmetric position. Finally, the line connecting the inferior orbital rim and the superior rim of the external auditory canal was used as a reference in the sagittal view. After the Frankfurt plane adjustment, we used the sagittal

view to search for the top of the pinna as a reference point. Then, we measured the superior and posterior lengths from this reference point to reach the entry point recommended by VPSEAR. From this point, a perpendicular line was created, and an orthogonal trajectory was confirmed in the Trajectory 1 and 2 views in Radiant[®]. Finally, the length of the simulated ventricular catheter, also calculated by the program, was created perpendicularly to the inner cortex of the skull surface toward the ventricle. We recorded the position of the tip and categorized it as “proper position” (ipsilateral frontal horn or body of lateral ventricle) or “improper position” (contralateral lateral ventricle, third ventricle, or brain parenchyma). We used classification similar to previous studies.^{9,10} (9,13) Both sides of the ventricle were simulated and recorded. After evaluation of VPSEAR, these steps were done on both sides using Keen’s landmark instead, which was defined as 3 cm superiorly and 3 cm posteriorly to the reference point. We also recorded displacement between VPSEAR entry and theoretical Keen’s point. We evaluated ventricular catheter length in 6, 7, and 8 cm in the Keen’s point simulation. Figure 2 shows steps in the computer simulation.

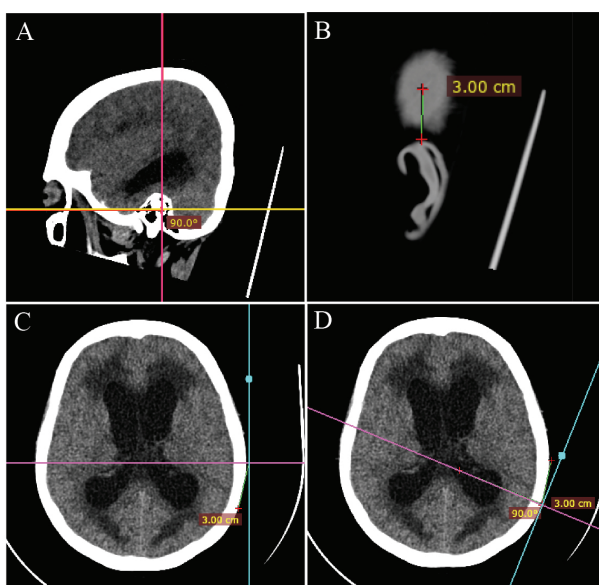


Figure 2 Computer simulation steps A: The proper Frankfurt alignment was shown in sagittal view (Yellow line). B&C: In this example, Keen’s landmark was measured from the top point of the ear pinna in 3 cm superiorly and 3 cm posteriorly. D: In the axial view, we used an angle tool to make a perpendicular line from the skull toward the ventricle.

3D Skull Models Simulation Evaluation Steps

To demonstrate a real-life possibility of an angle deviating from the theoretical perpendicular trajectory due to a surgeon's hand, we used 15 cases of 3D skull models to simulate ventricular puncture under a navigator (Brainlab®, Munich, Germany). Our models were printed with Polylactic acid plus (PLA+) by a Fused Deposition Modelling (FDM) 3D printer using DICOM data. (Figure. 3A and 3B) The model simulation began with 3-point head fixation by skull clamp and registered by using bone surface navigator registration in a nearly lateral position, the same as during parietal VP shunt surgery. Entry points of

VPSEAR and Keen's were measured and marked. Then, a navigator probe was used to simulate ventricular puncture in each entry. The location of the ventricular catheter tip and average deviation from the perpendicular trajectory were recorded. Two different surgeons were evaluated under senior surgeon supervision, and we used the average of the two results. The same procedures were done for the other side. We also evaluated 6, 7, and 8-cm lengths in Keen's point, the same as in the prior computer simulation. Figure 3C and 3D show the 3D skull model simulation.

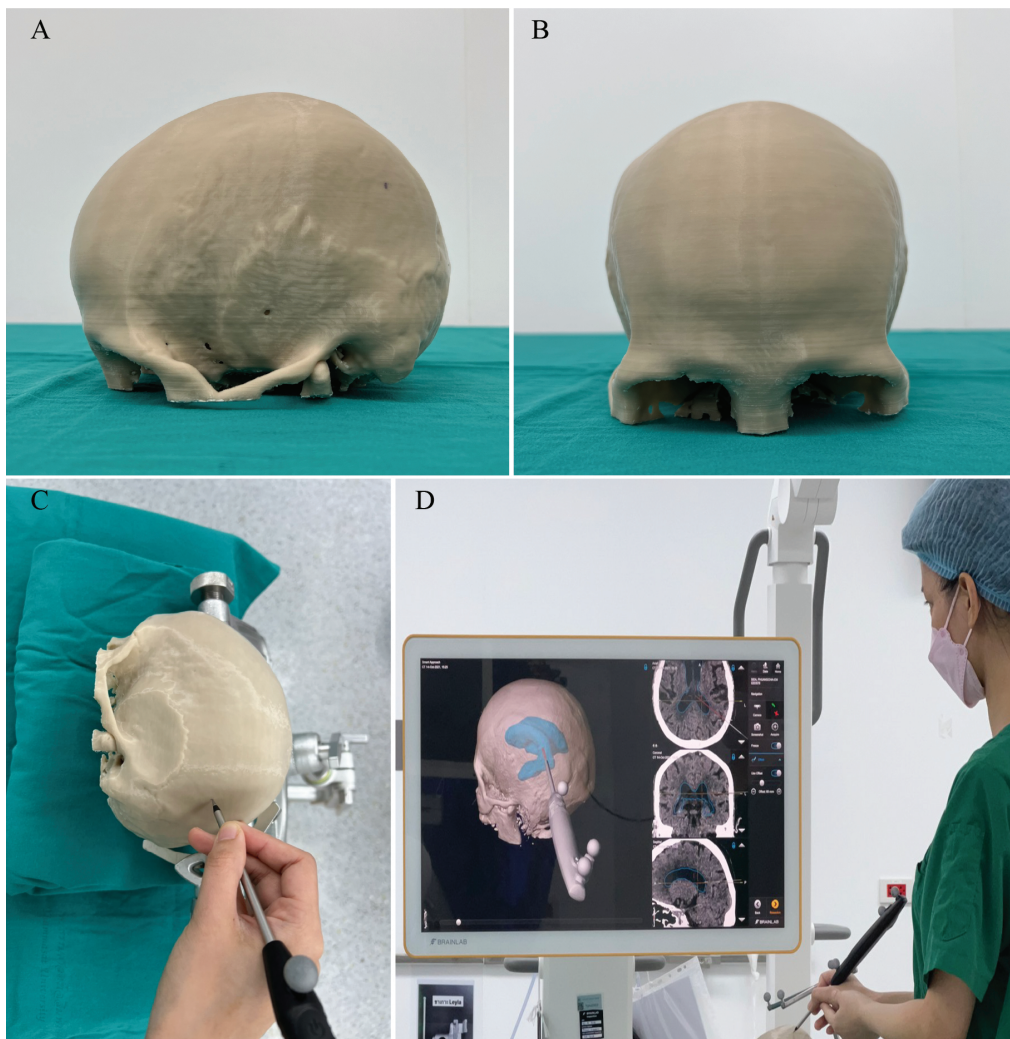


Figure 3 A&B: 3D skull model. C&D: 3D skull model simulation.

Result

Between July 2020 and June 2021, we reviewed CT data in hydrocephalus patients and were excluded for various reasons. (Figure 4) Finally, we

randomly chose 50 cases as our sample to simulate in computer and selected 15 cases for 3D skull models to simulate ventricular puncture under a navigator.

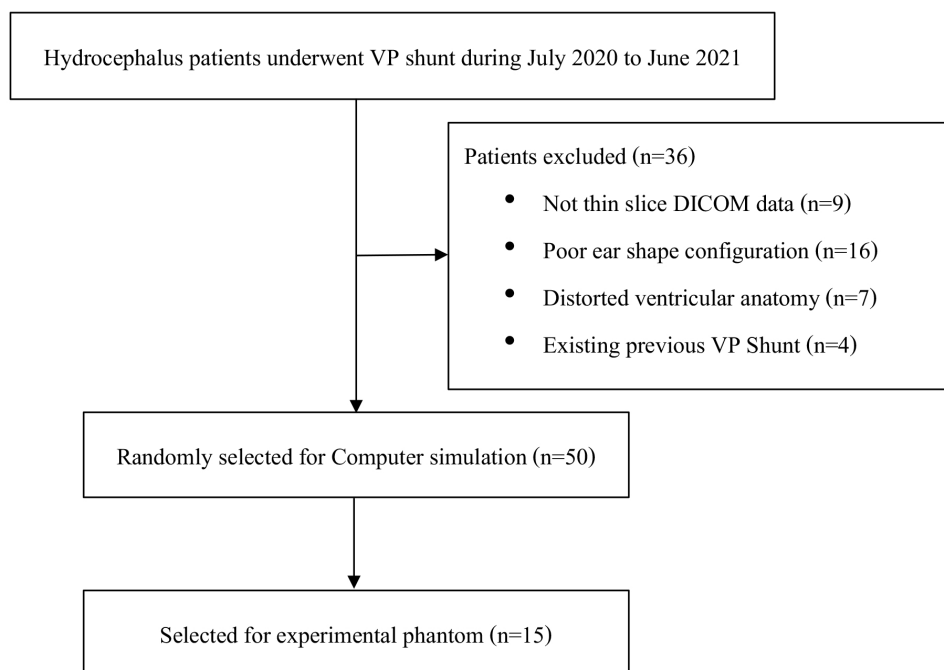


Figure 4 Study flow

Patient characteristic

The mean age of the 50 patients was 61.52 ± 20.47 , ranging from 6 to 90. Fourteen (28%) of the patients were male. Causes of hydrocephalus were tumor (32%), aneurysmal subarachnoid hemorrhage (32%), normal pressure hydrocephalus (NPH) (22%), post intracerebral hemorrhage (10%), and CNS infection (2%). Patient characteristic data are presented in Table 1.

Hydrocephalus data

Mean frontal horn ratio was 0.41 ± 0.06 , ranging from 0.24 to 0.63. Mean Evan's index was 0.34 ± 0.05 , ranging from 0.26 to 0.58. Mean temporal horn width was 9.17 ± 4.69 mm., ranging from 1.08 to 20.70. Mean third ventricle width was 12.29 ± 3.53 mm., ranging from 4.38 to 21.30 mm. Hydrocephalus data are also presented in Table 1.

Table 1 Patient Characteristic

Variable		N = 50
Age (year)		61.52 ± 20.47 (6-90)
Sex	Male	14 (28%)
	Female	36 (72%)
Cause of hydrocephalus	ICH, IVH	5 (10%)
	SAH	16 (32%)
	NPH	11 (22%)
	Tumor	16 (32%)
	Infection	2 (4%)
Hydrocephalus Data (mm.)	Frontal horn ratio	0.41 ± 0.06
	Evan's index	0.34 ± 0.05
	Temporal horn width	9.17 ± 4.69
	Third ventricle width	12.29 ± 3.53

Abbreviation: AVM=arteriovenous malformation, AVF=arteriovenous fistula, ICH=intracerebral hemorrhage, IVH=intraventricular hemorrhage, NPH=normal pressure hydrocephalus, SAH=subarachnoid hemorrhage

VPSEAR Evaluation in Computer Simulation

Fifty cases of CT brain were evaluated on both sides. VPSEAR achieved a proper location of ventricular catheter tip for 86/100 (86%). Fourteen samples showed improper location: in the brain nine samples, contralateral, body three samples, and two samples in the third ventricle. In Keen's point, three different lengths of the catheter were evaluated and showed a proper location in 86/100 (86%) with a 6-cm catheter, 46/100 (46%) with a 7-cm catheter, and 6/100 (6%) with an 8-cm catheter.

In 92% of VPSEAR's group, the majority of catheters were in the ventricle; in only 8 cases, the majority of catheters were in the brain, while 86% of the majority of catheters in Keen's group were in the ventricle. Mean VPSEAR recommended ventricular catheter length was 64.92 ± 10.21 mm, ranging from 37 to 99 mm. Mean displacement between the VPSEAR entry point and Keen's point was 21.29 ± 16.12 mm, ranging from 0.09 – 74.15 mm. A detailed evaluation of the computer simulation is shown in Table 2.

Table 2 Evaluation in Computer

The results of the ventricular catheter location and the majority of ventricular catheters in a computer simulation, according to the recommended ventricular lengths of the VPSEAR entry point and different ventricular lengths of Keen's point in 100 samples (50 cases, both sides). The shaded box represents the proper location.

Pt	Age Sex	FH ratio	Evan	Side	VPSEAR			Result Location			Keen Majority cath in
					Length (cm)	Result Location	Majority cath in	Keen length 6 cm	Keen length 7 cm	Keen length 8 cm	
1	48F	0.43	0.36	L	62	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Third ventricle	Ventricle
				R	62	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
2	68M	0.42	0.36	L	66	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Third ventricle	Ventricle
				R	66	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Third ventricle	Ventricle
3	73F	0.42	0.37	L	71	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	73	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Septum	contralateral body	Ventricle
4	73F	0.35	0.31	L	63	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	61	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
5	80F	0.34	0.30	L	61	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Brain
				R	68	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Septum	Ventricle
6	70F	0.37	0.32	L	61	Ipsilateral body	Ventricle	Brain	Third ventricle	Third ventricle	Brain
				R	66	Ipsilateral body	Ventricle	Brain	Brain	Third ventricle	Brain
7	67M	0.43	0.36	L	67	Ipsilateral body	Ventricle	Brain	Third ventricle	Brain	Brain
				R	68	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
8	82F	0.36	0.31	L	64	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
				R	63	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
9	29M	0.63	0.58	L	72	Third ventricle	Ventricle	Brain	Third ventricle	Third ventricle	Brain
				R	68	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Third ventricle	Ventricle
10	82F	0.41	0.33	L	65	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	60	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle

Table 2 (cont.) Evaluation in Computer

The results of the ventricular catheter location and the majority of ventricular catheters in a computer simulation, according to the recommended ventricular lengths of the VPSEAR entry point and different ventricular lengths of Keen's point in 100 samples (50 cases, both sides). The shaded box represents the proper location.

Pt	Age Sex	FH ratio	Evan	Side	VPSEAR			Result Location			Keen Majority cath in
					Length (cm)	Result Location	Majority cath in	Keen length 6 cm	Keen length 7 cm	Keen length 8 cm	
11	69F	0.43	0.33	L	63	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	contralateral body	Brain	Ventricle
				R	61	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
12	6F	0.44	0.39	L	65	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Brain	Brain	Brain
				R	62	Ipsilateral body	Ventricle	Brain	Brain	contralateral body	Brain
13	72F	0.44	0.39	L	69	Ipsilateral body	Ventricle	Brain	Brain	contralateral body	Brain
				R	70	Ipsilateral body	Ventricle	Brain	Brain	Brain	Brain
14	63F	0.43	0.39	L	66	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	61	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
15	46F	0.47	0.39	L	64	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Septum	Ventricle
				R	69	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Septum	contralateral body	Ventricle
16	52F	0.49	0.39	L	56	Ipsilateral body	Ventricle	Brain	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	63	Brain	Brain	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
17	54F	0.48	0.39	L	63	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
				R	60	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Septum	Ventricle
18	82M	0.49	0.41	L	62	Ipsilateral body	Ventricle	contralateral body	contralateral body	contralateral body	Ventricle
				R	59	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
19	16F	0.46	0.38	L	68	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	70	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Septum	contralateral body	Ventricle
20	67F	0.35	0.28	L	64	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Ventricle
				R	60	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Brain	contralateral body	Brain

Table 2 (cont.) Evaluation in Computer

The results of the ventricular catheter location and the majority of ventricular catheters in a computer simulation, according to the recommended ventricular lengths of the VPSEAR entry point and different ventricular lengths of Keen's point in 100 samples (50 cases, both sides). The shaded box represents the proper location.

Pt	Age Sex	FH ratio	Evan	Side	VPSEAR			Result Location			Keen Majority cath in
					Length (cm)	Result Location	Majority cath in	Keen length 6 cm	Keen length 7 cm	Keen length 8 cm	
21	80F	0.38	0.31	L	72	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Brain
				R	75	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
22	72M	0.48	0.39	L	65	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	66	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Ventricle
23	76F	0.41	0.35	L	63	Brain	Brain	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	63	Brain	Brain	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
24	19M	0.41	0.32	L	60	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	65	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
25	75F	0.48	0.36	L	37	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Septum	contralateral body	Ventricle
				R	44	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
26	36F	0.38	0.32	L	75	Ipsilateral body	Ventricle	Brain	Brain	Third ventricle	Brain
				R	71	Brain	Brain	Ipsilateral body	Brain	Brain	Brain
27	54F	0.48	0.37	L	56	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Third ventricle	Ventricle
				R	63	Ipsilateral body	Ventricle	Brain	Third ventricle	Third ventricle	Ventricle
28	46F	0.43	0.36	L	99	Brain	Brain	Ipsilateral body	Brain	contralateral body	Ventricle
				R	92	Contralateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
29	66F	0.36	0.32	L	61	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	contralateral body	contralateral body	Ventricle
				R	72	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
30	85F	0.40	0.33	L	74	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Ventricle
				R	76	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Ventricle

Table 2 (cont.) Evaluation in Computer

The results of the ventricular catheter location and the majority of ventricular catheters in a computer simulation, according to the recommended ventricular lengths of the VPSEAR entry point and different ventricular lengths of Keen's point in 100 samples (50 cases, both sides). The shaded box represents the proper location.

Pt	Age Sex	FH ratio	Evan	Side	VPSEAR			Result Location			Keen Majority cath in
					Length (cm)	Result Location	Majority cath in	Keen length 6 cm	Keen length 7 cm	Keen length 8 cm	
31	55F	0.35	0.28	L	83	Contralateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	88	Contralateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
32	18F	0.3	0.28	L	45	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
				R	54	Ipsilateral body	Ventricle	Third ventricle	Third ventricle	Brain	Ventricle
33	64M	0.39	0.34	L	69	Ipsilateral body	Ventricle	Brain	Third ventricle	Brain	Brain
				R	71	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Third ventricle	Ventricle
34	54F	0.38	0.30	L	63	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	65	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
35	56F	0.47	0.38	L	46	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	contralateral body	contralateral body	Ventricle
				R	53	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Septum	contralateral body	Ventricle
36	45F	0.38	0.30	L	65	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Lateral wall of lateral vent	Ventricle
				R	60	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
37	72M	0.42	0.34	L	68	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	75	Brain	Brain	Ipsilateral body	Third ventricle	Third ventricle	Ventricle
38	75F	0.37	0.31	L	46	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	contralateral body	Ventricle
				R	56	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	contralateral body	Ventricle
39	83F	0.24	0.26	L	72	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	76	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
40	86F	0.38	0.31	L	58	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	contralateral body	Lateral wall of lateral vent	Ventricle
				R	48	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle

Table 2 (cont.) Evaluation in Computer

The results of the ventricular catheter location and the majority of ventricular catheters in a computer simulation, according to the recommended ventricular lengths of the VPSEAR entry point and different ventricular lengths of Keen's point in 100 samples (50 cases, both sides). The shaded box represents the proper location.

Pt	Age Sex	FH ratio	Evan	Side	VPSEAR			Result Location			Keen Majority cath in
					Length (cm)	Result Location	Majority cath in	Keen length 6 cm	Keen length 7 cm	Keen length 8 cm	
41	60M	0.45	0.37	L	62	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Septum	contralateral body	Ventricle
				R	83	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	contralateral body	contralateral body	Ventricle
42	23F	0.39	0.32	L	62	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	63	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
43	88M	0.38	0.30	L	85	Third ventricle	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Lateral wall of lateral vent	Ventricle
				R	79	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Third ventricle	Ventricle
44	65M	0.35	0.30	L	51	Ipsilateral body	Ventricle	Septum	contralateral body	Lateral wall of lateral vent	Ventricle
				R	62	Brain	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
45	66F	0.35	0.27	L	63	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	contralateral body	Ventricle
				R	38	Brain	Brain	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
46	71M	0.42	0.34	L	56	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	54	Brain	Brain	Ipsilateral body	Third ventricle	contralateral body	Ventricle
47	78M	0.36	0.30	L	73	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	79	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
48	47F	0.42	0.35	L	58	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
				R	59	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
49	90M	0.33	0.27	L	79	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Ventricle
				R	78	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Septum	Ventricle
50	72F	0.32	0.29	L	54	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
				R	62	Ipsilateral body	Ventricle	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle

VPSEAR Evaluation in 3D Skull Models Simulation

Thirty samples of fifteen 3D skull models were evaluated. The proper location of the ventricular catheter was achieved in the same number by computer simulation in the VPSEAR group (96.67%). Only one case (Case. No.9, left side) showed a improper location in the third ventricle (Figure 5, red

asterisk). Keen’s point evaluation also showed the same accuracy as a computer simulation. The angle of deviation from the theoretical perpendicular trajectory was 8.64 ± 3.38 degrees, ranging from 3.33 to 16.63 degrees. Detailed 3D skull model evaluation is shown in Table 3 and Figure 5.

Table 3 Evaluation in Phantoms

The results of the ventricular catheter location, the majority of ventricular catheters and angle deviation from the theoretical perpendicular trajectory, according to the recommended ventricular lengths of the VPSEAR entry point and different ventricular lengths of Keen’s point in 30 samples (15 cases of 3D skull model, both sides). The shaded box represents the proper location.

Pt Sex	Age	Side	VP SEAR (Phantom)			Result Location (Phantom)			Keen Majority cath in
			Result Location	Majority cath in	Angle deviation	Keen length 6 cm	Keen length 7 cm	Keen length 8 cm	
1	48F	L	Ipsilateral body	Ventricle	11.17	Ipsilateral body	Third ventricle	Third ventricle	Ventricle
		R	Ipsilateral body	Ventricle	7.63	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
2	68M	L	Ipsilateral body	Ventricle	4.23	Ipsilateral body	Third ventricle	Third ventricle	Ventricle
		R	Ipsilateral body	Ventricle	5.5	Ipsilateral body	Third ventricle	Third ventricle	Ventricle
3	73F	L	Ipsilateral body	Ventricle	7.2	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
		R	Ipsilateral body	Ventricle	6.37	Ipsilateral body	Septum	contralateral body	Ventricle
4	73F	L	Ipsilateral body	Ventricle	7.07	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
		R	Ipsilateral body	Ventricle	6.37	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
5	80F	L	Ipsilateral body	Ventricle	10.77	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Brain
		R	Ipsilateral body	Ventricle	12.5	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Septum	Ventricle
6	70F	L	Ipsilateral body	Ventricle	9.17	Brain	Third ventricle	Third ventricle	Brain
		R	Ipsilateral body	Ventricle	9.77	Brain	Brain	Third ventricle	Brain
7	67M	L	Ipsilateral body	Ventricle	8.57	Brain	Third ventricle	Brain	Brain
		R	Ipsilateral body	Ventricle	7.97	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
8	82F	L	Ipsilateral body	Ventricle	10.4	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
		R	Ipsilateral body	Ventricle	11.93	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
9	29M	L	Third ventricle	Ventricle	12.63	Brain	Third ventricle	Third ventricle	Brain
		R	Ipsilateral body	Ventricle	4.17	Ipsilateral body	Third ventricle	Third ventricle	Ventricle
10	82F	L	Ipsilateral body	Ventricle	3.33	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
		R	Ipsilateral body	Ventricle	4.2	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
11	69F	L	Ipsilateral body	Ventricle	14.3	Ipsilateral body	contralateral body	Brain	Ventricle
		R	Ipsilateral body	Ventricle	8.7	Ipsilateral body	Third ventricle	Brain	Ventricle
12	6F	L	Ipsilateral body	Ventricle	3.47	Ipsilateral body	Brain	Brain	Brain
		R	Ipsilateral body	Ventricle	16.63	Brain	Brain	contralateral body	Brain
13	72F	L	Ipsilateral body	Ventricle	8.23	Brain	Brain	contralateral body	Brain
		R	Ipsilateral body	Ventricle	8.03	Brain	Brain	Brain	Brain
14	63F	L	Ipsilateral body	Ventricle	13.43	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
		R	Ipsilateral body	Ventricle	11.53	Ipsilateral body	Ipsilateral body	contralateral body	Ventricle
15	46F	L	Ipsilateral body	Ventricle	7	Ipsilateral body	Ipsilateral body	Septum	Ventricle
		R	Ipsilateral body	Ventricle	7.07	Ipsilateral body	Septum	contralateral body	Ventricle

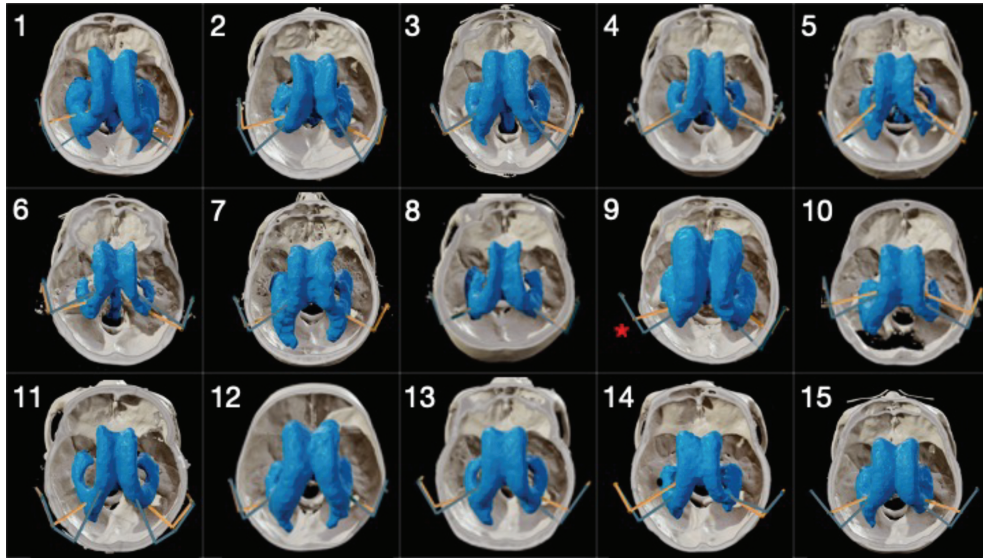


Figure 5 Result of 3D skull model simulation in 15 cases. Blue trajectories represented VPSEAR and orange trajectories represented Keen's point. Red asterisk marked left side of Case No.9 which was the only case in which VPSEAR showed an improper location.

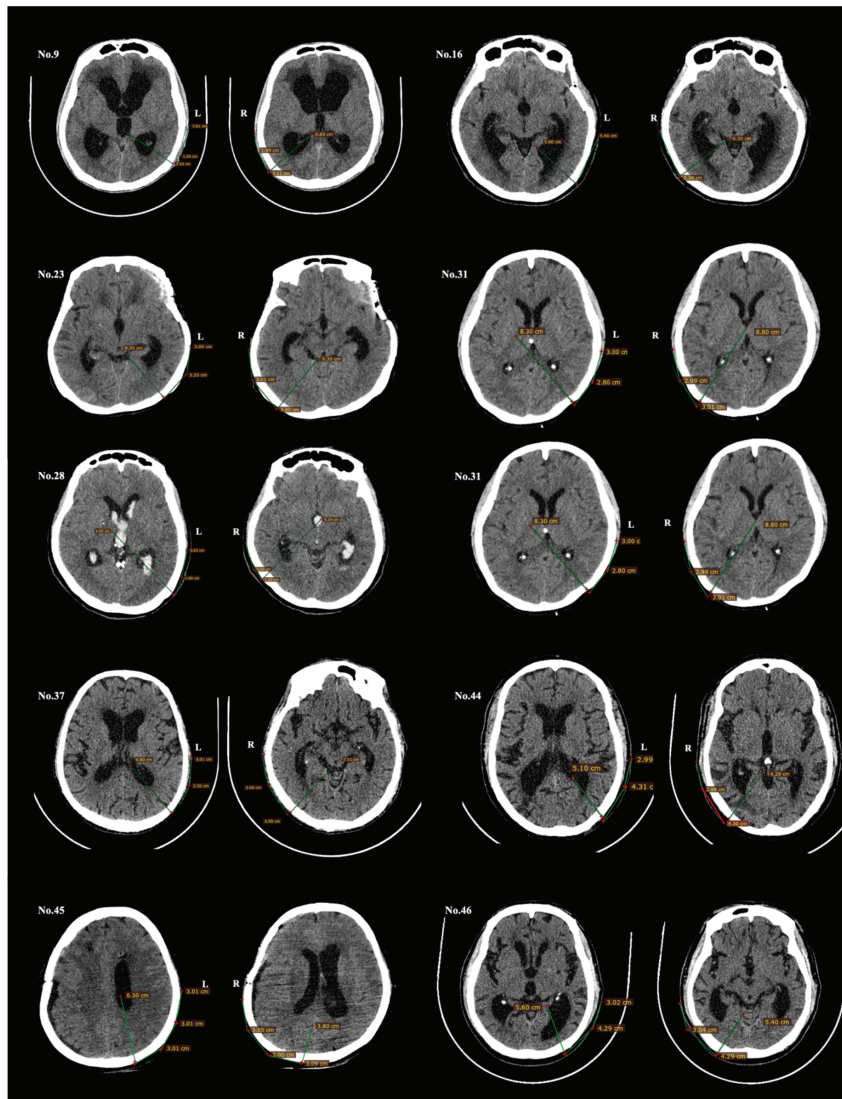


Figure 6 Result of "Improper position" in computer simulation in 14 sample of case No 9, 16, 23, 26, 31, 37, 44, 45, 46 L=Left, R=Right

Table 4 Result of VPSEAR evaluation

Variable	N=50		
VPSEAR ventricular catheter length (mm.)	64.92 ± 10.21 (37-99)		
Displacement between the VPSEAR and Keen's point (mm.)	21.29 ± 16.12 (0.09 - 74.1)		
Angle of deviation (degrees)	8.64 ± 3.38		
Proper location of ventricular tip	VPSEAR	Keen's point	
	86%	Keen length 6 cm	86%
		Keen length 7 cm	46%
		Keen length 8 cm	6%
The majority of catheters were in the ventricle	92%	86%	

Discussion

Even though VP shunt is one of the most commonly performed procedures in neurosurgery, improving outcomes is still challenging because of possible postoperative infection and shunt malfunction.^{14,15} The accuracy of ventricular catheter insertion is thought to be related to the operation outcome.^{9,11,13} For the past century, ventricular catheters have been inserted by the free-hand technique, using surface anatomical landmarks, but this method is not highly accurate due to aforementioned reasons. The navigator-assisted technique is considered the most accurate but is unavailable in every neurosurgical center.^{3,4}

This situation has driven us to create a new option to help guide entry more accurately in individual patients using computer calculations. We believed that optimal ventricular entry is not the same for each patient because their anatomies and degrees of hydrocephalus differ. Similarly, ventricular catheter length should be different in every patient. Improper length of ventricular catheter was found to be related

to an improper location and worse outcome.¹⁶ Our study also found that fewer proper location cases were observed with the longer ventricular catheter length used in Keen's point. VP shunt entry and ventricular catheter length should be individualized. For this reason, we developed VPSEAR as an inexpensive tool to help locate proper entry and suggest appropriate ventricular catheter length. We combined neurosurgery knowledge with computer image processing under the cooperation between doctors and programmers to create this integrative and easy-to-use innovation. Our program needs only thin-slice DICOM for input, and a short time to process and report, even during the general anesthesia induction period before surgery, is enough. Moreover, the VPSEAR user interface is developed to be user-friendly.

We chose two methods to evaluate our VPSEAR accuracy: 1. simulation by a computer program using Radiant[®] and 2. simulation in 3D skull models. We proposed an easily reproducible method to simulate ventricular catheter placement at Keen's point, which could be applied to any entries. Our VPSEAR showed

accuracy in ventricular catheter tip location compared to Keen's point with 6, 7 and 8 cm. catheter length computer simulations (86% vs 86%, 46%, 6%, respectively). This result was better accuracy in 3D skull model simulations (96.67%), which we believed would show real-life ventricular puncture. Even though we found the average angle of deviation from the theoretical perpendicular trajectory was 8.64 ± 3.38 degrees due to the surgeon's hand, the outcome of the proper location of the ventricular catheter was still the same. This result implies that our program should be applied to real circumstances. However, fourteen samples showed an improper location for several reasons. First, our VPSEAR could not identify the exact ventricle in some cases. VPSEAR creates the point for ventricular puncture by detecting the surfaces of the skull, lateral ventricles, and the ear pinna, which were constructed from their HU. So, if there are any confounders to their HU, such as marked IVH, EVD skin tract, or subgaleal collection, this could let the program misunderstand as the ventricle instead. Second, cases with improper reference point anatomy, such as the distorted top of the ear pinna, will also obscure the identification of the exact reference point, which affects the entry point and trajectory.

In the real situation, the ventricular catheter is not rigid and straight, but it has some ability to bend and curve. Therefore, after obtaining CSF, while entering a ventricle, the ventricular catheter is inserted gradually and could bend slightly and curve freely in the ventricle, not remain straight like in our simulation, which was not the same as a real ventricular catheter placement. For this reason, our result in ventricular catheter tip location might not be the true

representative. Moreover, some may also argue that in real life, we can insert a ventricular catheter more than once, at different angles, to find the ventricle and obtain CSF. Nevertheless, we believe better entry and trajectory and fewer brain penetrations are safer and proper.

Our study had several limitations. First, this was a laboratory study. Second, only Keen's point could be used in the program. Third, this is the first version of our VPSEAR, which creates the point for ventricular puncture with compelling temporalis avoidance. However, the next version of VPSEAR will adapt for other entries and adjust the new algorithm of entry points by focusing only on the bone at the lateral side of the skull region to evaluate the accuracy of VPSEAR.

Conclusion

Our VPSEAR is a promising, inexpensive option for locating ventricular entry points using computer science and neurosurgery knowledge. VPSEAR showed higher accuracy than Keen's point in both computer simulation and 3D skull model simulation for evaluation.

Acknowledgment

We would like to thank Dr.Paveen Tadadonthip for his great work in printing 3D skull models for our study and thank the Clinical Research Center, Faculty of Medicine, Thammasat University, for their kind help in manuscript language editing. We also would like to thank the Health Systems Research Institute (HSRI) and the Center of Excellence in Biomedical Engineering of Thammasat University for the financial support they provided.

References

1. Eisenring CV, Burn F, Baumann M, et al. sEVD—smart-phone-navigated placement of external ventricular drains. *Acta Neurochirurgica*. 2019;162(3):513–21.
2. Li Ching Ng A, Kohan S. Accurate placement of parieto-occipital shunt ventricular catheter: use of craniometrics and technical note. *Child's Nervous System*. 2021;37(10):3209–17.
3. Spitaels J, Riva M, Delpierre I, Dewitte O, Bruneau M. Freehand stereotactic ventricular catheter insertion for ventriculoperitoneal shunts based on individualized radio-anatomical landmarks. *Acta Neurochirurgica*. 2021;163(4):1103–12.
4. Konovalov AN, Gadzhiagaev V, Veselkov AA, Okishev D, Eliava S. Analysis of a Novel Entry Point for Free-hand Ventriculostomy Using Computerized Tomography Scans. *Cureus*. 2022 Jan 10;14(1).
5. Thomale U-W, Schaumann A, Stockhammer F, et al. GAVCA Study: Randomized, Multicenter Trial to Evaluate the Quality of Ventricular Catheter Placement with a Mobile Health Assisted Guidance Technique. *Neurosurgery*. 2018;83(2)
6. Elena Virginia Colombo, Bongetta D, Fabio Cofano, Versace A, Garbossa D, Bertuccio A, et al. Ventricular Peritoneal Shunting Using Modified Keen's Point Approach: Technical Report and Cases Series. *Surgeries*. 2022;3(4):314–22.
7. Morone PJ, Dewan MC, Zuckerman SL, Tubbs RS, Singer RJ. Craniometrics and Ventricular Access: A Review of Kocher's, Kaufman's, Paine's, Menovksy's, Tubbs', Keen's, Frazier's, Dandy's, and Sanchez's Points. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*. 2020;18(5):461–9.
8. Yamada SM, Yamada S, Goto Y, Hiroshi Nakaguchi, Murakami M, Hoya K, et al. A simple and consistent technique for ventricular catheter insertion using a tripod. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2012;114(6):622–6.
9. Yamada SM, Kitagawa R, Teramoto A. Relationship of the location of the ventricular catheter tip and function of the ventriculoperitoneal shunt. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2013;20(1):99–101.
10. Junaid M, Ahmed M, Rashid MU. An experience with ventriculoperitoneal shunting at keen's point for hydrocephalus. *Pakistan Journal of Medical Sciences*. 2018;34(3).
11. Peter, Desiree, Yuan Y, Guo X, Michael S, Tam M, et al. A Morphometric Analysis of Commonly Used Craniometric Approaches for Freehand Ventriculoperitoneal Shunting. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*. 2022;22(2):51–60.
12. Chongsrid K, Wirz L, Sukhor S, Mungmee A, Yindeedeej V, Aimmanee P. VP Shunt Entry Area Recommender (VPSEAR): A Computer-Assisted System for VP Shunt Operation. *Intelligent Systems with Applications*. 2023;18:200205.
13. Dobran M, Nasi D, Mancini F, Maurizio Gladi, Polonara G, Marini A, et al. Relationship between the location of the ventricular catheter tip and the ventriculoperitoneal shunt malfunction. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2018;175:50–3.
14. Simon TD, Schaffzin JK, Stevenson CB, Willebrand K, Parsek M, Hoffman LR. Cerebrospinal Fluid Shunt Infection: Emerging Paradigms in Pathogenesis that Affect Prevention and Treatment. *J Pediatr*. 2019;206:13–19.
15. Paff M, Alexandru-Abrams D, Muhonen M, Loudon W. Ventriculoperitoneal shunt complications: A review. *Interdisciplinary Neurosurgery*. 2018;13:66–70.
16. Ananthanandorn A. Outcome of Proximal Ventricular Catheter Placement in Ventriculoperitoneal Shunt Operations using the Parietal Approach. *J Med Assoc Thai*. 2017;100 Suppl 1:S27–32.

Functional Independency in Patient with Brain Glioblastoma in King Chulalongkorn Memorial Hospital

Jirasin Plengsiri, M.D.

Krishnapundha Bunyaratavej, M.D.

Division of Neurosurgery, Department of Surgery, Faculty of Medicine,
Chulalongkorn University and King Chulalongkorn Memorial Hospital, Bangkok, Thailand

Abstract

Background: Glioblastoma is the most common primary malignant brain tumor. Glioblastoma prognosis is poor with average life expectancy about 10–15 months. Many modalities of treatment (i.e., surgical tumor resection, chemotherapy, radiation therapy) are used for prolong the patient's life. However longer survival may not mean better quality of life. The aim of this study is to assess and compare the quality of life and duration of Functional Independence in patient with Brain glioblastoma after tumor resection and non-resection group.

Methods: We conducted a retrospective cohort study. 87 adult patients (>18 years old) with glioblastoma WHO grade IV from pathological diagnosis who underwent surgery (tumor resection, biopsy) during 2007 – 2023 in King Chulalongkorn Memorial Hospital were included. Exclusion criteria were patient with incomplete information, spinal glioblastoma, poor pre-operative KPS. Defined functional independent was KPS >70. Patient's medical record was reviewed for pre-operative Kanofsky score (KPS), post-operative KPS at 1 week, 1 month, 3 months, 6 months, duration which patient had functional independent, complication of surgery.

Result: The mean time from first diagnosis of brain GBM to dependence status in tumor resection group was 11.60 months and in non-tumor resection group is 3.86 months, no statistically significant ($p = 0.087$). The KPS in each follow-up time was not different between groups.

Conclusion: The patient with brain GBM, receiving tumor resection treatment tend to had more time in independent than patient receiving non-tumor resection treatment.

Key words: Glioblastoma multiforme, GBM, functional dependency, KPS

Abbreviation: KPS = Karnofsky performance status, GBM = Glioblastoma multiforme

บทคัดย่อ

**ความสามารถในการช่วยเหลือตนเองในผู้ป่วยที่มีเนื้องอกสมองชนิดไกลิโอบลาสโตมาที่ได้รับ
การรักษาในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์**

นพ.จิรสิน เปล่งสิริ, นพ.กฤษณพันธ์ บุณยะรัตเวช

หน่วยประสาทศัลยศาสตร์ ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
และโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย

บทนำ: เนื้องอกชนิดไกลิโอบลาสโตมา (GBM; Glioblastoma; High grade glioma WHO2023 grade4) เป็นเนื้องอกชนิดร้ายที่มีต้นกำเนิดจากสมองที่พบได้บ่อยที่สุดและมีการพยากรณ์โรคที่ไม่ดี ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีชีวิตอยู่ได้หลังจากการวินิจฉัยประมาณ 10-15 เดือน การรักษามีทั้งการผ่าตัดและไม่ผ่าตัด เช่น การฉายรังสีรักษาหรือการให้ยาซึ่งมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ป่วยมีชีวิตที่ยืนยาวขึ้น แต่การมีชีวิตที่ยืนยาวไม่เท่ากับการมีคุณภาพชีวิตที่ดีหรือสามารถช่วยเหลือตนเองได้ เป้าหมายของการศึกษานี้เพื่อประเมินความสามารถในการช่วยเหลือตนเองโดยเฉพาะในด้านของระยะเวลาที่ผู้ป่วยที่มีเนื้องอก GBM จะสามารถช่วยเหลือตนเองได้อยู่ โดยเปรียบเทียบในกลุ่มที่ได้รับการผ่าตัดเพื่อกำจัดเนื้องอกและผู้ป่วยที่ไม่ได้รับการผ่าตัดเพื่อกำจัดเนื้องอก

วิธีการศึกษา: การศึกษานี้เป็น Retrospective cohort study โดยมี Inclusion criteria เป็นผู้ป่วยอายุมากกว่า 18 ปี ที่ได้รับวินิจฉัยเนื้องอกสมองชนิด glioblastoma WHO grade IV โดยผลตรวจทางพยาธิวิทยา ได้รับการผ่าตัดในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ระหว่างพฤษภาคม 2007 ถึงพฤษภาคม 2023 และ Exclusion criteria สำหรับผู้ป่วยที่มีข้อมูลไม่ครบ ผู้ป่วยที่มี spinal glioblastoma และผู้ป่วยที่มี KPS ไม่ดี หรือน้อยกว่า 70 ก่อนการวินิจฉัย ให้นิยามภาวะที่ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ด้วย KPS <70 เก็บข้อมูลโดยการทบทวนเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ในเรื่อง KPS ก่อนการวินิจฉัย, หลังการวินิจฉัยที่ 1 สัปดาห์, 1 เดือน, 3 เดือน, 6 เดือน, ระยะเวลาที่ผู้ป่วยจะสามารถช่วยเหลือตนเองได้หลังการวินิจฉัย และผ่าตัด และภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นหลังการผ่าตัด โดยแบ่งกลุ่มผู้ป่วยเป็นกลุ่มที่ได้รับการผ่าตัดเพื่อกำจัดเนื้องอกและไม่ได้รับการผ่าตัดเพื่อกำจัดเนื้องอก

ผลการศึกษา: ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่การวินิจฉัยถึงผู้ป่วยไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้หรือ KPS <70 ในกลุ่มที่ได้รับการผ่าตัดเพื่อกำจัดเนื้องอกอยู่ที่ 11.60 เดือน ในขณะที่กลุ่มที่ไม่ได้รับการผ่าตัดเพื่อกำจัดเนื้องอกอยู่ที่ 3.86 เดือน ซึ่งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.087$)

สรุป: ในผู้ป่วยที่มีเนื้องอกสมองชนิด GBM ที่ได้รับการผ่าตัดเพื่อกำจัดเนื้องอกมีแนวโน้มมีระยะเวลาที่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ยาวนานกว่าผู้ป่วยที่ไม่ได้รับการผ่าตัดเพื่อกำจัดเนื้องอก

คำสำคัญ: Glioblastoma multiforme, GBM, functional dependency, KPS

Abbreviation: KPS = Karnofsky performance status, GBM = Glioblastoma multiforme

Introduction

The brain glioblastoma multiforme or high-grade glioma WHO grade 4 is the most common primary malignant brain tumor. Patients with brain glioblastoma have poor prognosis with average life expectancy about 10–15 months¹⁻⁴. Many modalities of treatment (i.e., surgical tumor resection, chemotherapy, radiation therapy) are used for prolong the patient's life.

The prognostic factors affecting survival included age, Karnofsky performance status (KPS), chemotherapy administration, radiation therapy, tumor location and extent of tumor resection⁵⁻¹².

Many studies focused on survival time assessment in patient with GBM, however longer survival may not mean better quality of life. Thus, quality of life should be considered for patient assessment.¹³ The patient's functional status after diagnosed as GBM will be progressively worsened with different rate until they are in dependent status and died.^{14,15} There are some studies emphasized about quality of life of patient with brain GBM, but no studies that using functional dependency as cut point.

The aim of this study is to assess and compare the duration of functional independence in patient with brain glioblastoma after tumor resection and non-resection group after the diagnosis of brain GBM.

Method

Study design and population

We conducted a retrospective cohort study. 87

adult patients (>18 years old) with brain glioblastoma WHO grade 4 from pathological report who underwent surgery (tumor resection or biopsy) during May 2007 – May 2023 at King Chulalongkorn Memorial Hospital, Thailand were included. Exclusion criteria were patient with incomplete information, spinal glioblastoma, preoperative dependent status (KPS <70). The histopathological diagnosis of glioblastoma was confirmed by neuropathologist. Patients was categorized into tumor resection group and non-resection group (biopsy and receiving other non-surgical treatment for GBM).

Treatment

The patients in both groups received surgical procedure for pathological diagnosis. The patient in tumor resection group underwent craniotomy with tumor resection using safe maximal resection policy. While patient in non-tumor resection group, they underwent either burr hole or craniotomy for tumor biopsy with or without 3D neuronavigation assistance.

After surgery and pathological diagnosis were confirmed, patients were referred to medical oncologist and radiation therapist for further treatment. Some patients received reoperation later during follow-up time if there was recurrent or relapsed tumor.

Data collection

Patient's medical record was reviewed for pre-operative Karnofsky score (KPS), post-operative KPS at 1 week, 1 month, 3 months, 6 months, duration

which patient had functional independent, preoperative symptoms and signs, location of brain tumor, treatment i.e., radiation therapy or chemotherapy administration, and complication after surgery.

Functional independency

In order to define functional independency, we use KPS >70 to represent functional independent status of patient.

Ethics and approval

This study was approved by the Ethics Committee for Human Research of Chulalongkorn University.

Statistics

All analyses were performed using SPSS version 29.0 (IBM). The duration of patient to dependent status was showed in median. KPS analysis was performed using linear regression analysis. A p-value of ≤ 0.05 was considered to be statistically significant.

Results

Baseline pre-operative information of patients was summarized in Table 1. There was no significantly different between tumor resection group and non-resection group. The mean age of patients was 55.03 ± 15.91 years, and 43 patients (49.4%) were male. Exception for pre-operative ASA classification that was different between tumor resection group and non-resection group (in non-resection group, there were more patient who were in ASA class 3). The patients had a several presenting symptoms, and the most common were headache and cognitive impairment. The tumor was in eloquent area (which were defined to be Sensory, motor, language, visual cortex, diencephalon, internal capsule, brainstem, cerebellar peduncle and deep cerebellar nuclei) in 58 patients (66.7%).

Table 1 Demographic and clinical characteristics of patient with brain glioblastoma

Characteristics	Total (n = 87)	Tumor resection		p-value
		Yes (n = 80)	No (n = 7)	
Age (years), Mean+ SD	55.03+15.91	54.58+16.00	60.29+14.89	0.366
Min-Max	(18-84)	(18-84)	(41-81)	
< 60	46 (52.9)	43 (53.8)	3 (42.9)	0.702
≥ 60	41 (47.1)	37 (46.3)	4 (57.1)	
Sex				
Male	43 (49.4)	39 (48.8)	4 (57.1)	0.713
Female	44 (50.6)	41 (51.2)	3 (42.9)	
ASA				
1	43 (49.4)	40 (50.0)	3 (42.9)	0.032
2	35 (40.2)	34 (42.5)	1 (14.3)	
3	9 (10.3)	6 (7.5)	3 (42.9)	
Underlying disease	44 (50.6)	40 (50.0)	4 (57.1)	1.000
HT	29 (33.3)	27 (33.8)	2 (28.6)	1.000
DLP	17 (19.5)	17 (21.3)	0 (0.0)	0.337
DM	10 (11.5)	9 (11.3)	1 (14.3)	0.588
Old CVA	3 (3.4)	3 (3.8)	0 (0.0)	1.000
CA	3 (3.4)	2 (2.5)	1 (14.3)	0.225
Others	19 (21.8)	16 (20.0)	3 (42.9)	0.173
Presenting Signs & Symptoms				
Headache	41 (47.1)	40 (50)	1 (14.3)	0.114
Cognitive impair	40 (46.0)	38 (47.5)	2 (28.6)	0.445
Motor weakness	29 (33.3)	25 (31.3)	4 (57.1)	0.215
Seizure	20 (23.0)	18 (22.5)	2 (28.6)	0.658
VF deficit	7 (8.0)	7 (8.8)	0 (0.0)	1.000
Sensory deficit	3 (3.4)	3 (3.8)	0 (0.0)	1.000
Incidental finding	2 (2.3)	2 (2.5)	0 (0.0)	1.000
Cerebellar Impair	1 (1.1)	1(1.3)	0 (0.0)	1.000
Site of tumor				
Non-eloquent	29 (33.3)	27 (33.8)	2 (28.6)	1.000
Site eloquent	58 (66.7)	53 (66.3)	5 (71.4)	
RT	76 (87.4)	70 (87.5)	6 (85.7)	1.000
CMT	51 (58.6)	48 (60.0)	3 (42.9)	0.441

Table 2 The mean time from first diagnosis of brain GBM to dependence status in patient with brain GBM

Mean time to dependence (months)	Tumor resection	Non-tumor resection	Difference	95% CI	p-value
Value (months)	11.60	3.86	7.74	(-3.85-19.33)	0.087

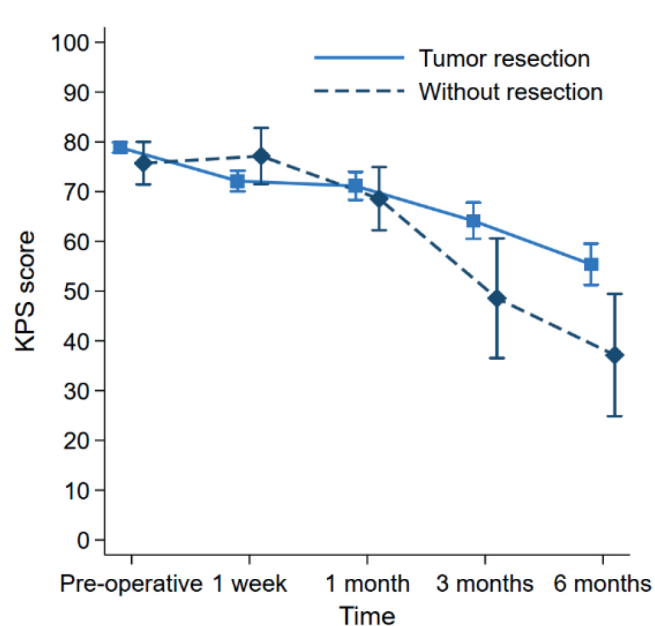
The mean time from first diagnosis of brain GBM to dependence status in tumor resection group was 11.60 months and in non-tumor resection group is 3.86 months, which is no statistically significant.

Table 3 Karnofsky performance status (KPS) of patient with brain glioblastoma by follow-up time

KPS score/Time	Tumor resection (n = 80)	Without resection (n = 7)	Mean difference (95% CI)	p-value*
	Mean ± SD	Mean ± SD		
Post-operative (Baseline)	78.88 ± 9.00	75.71 ± 11.34	3.16 (-4.04, 10.36)	0.385
Post-operative				
1 week	72.13 ± 18.60	77.14 ± 14.96	-5.02 (-19.41, 9.38)	0.490
1 month	71.13 ± 25.31	68.57 ± 16.76	2.55 (-16.88, 21.99)	0.795
3 months	64.13 ± 32.71	48.57 ± 31.85	15.55 (-10.04, 41.14)	0.230
6 months	55.38 ± 37.04	37.14 ± 32.51	18.23 (-10.56, 47.02)	0.211

*p-value corresponds to independent samples t-test

* Significant at p-value < 0.05



The KPS score of patients was showed in Table 3. Preoperative KPS baseline was not statistical different in tumor resection and without resection group (78.88 ± 9.00 and 75.71 ± 11.34 , $p = 0.385$). At 1-week postoperative time, KPS of patients in tumor resection group and without resection group was 72.13 ± 18.60 and 77.14 ± 14.96 . At 1-month postoperative time, KPS of patients in tumor resection group and without resection group was 71.13 ± 25.31 and 68.57 ± 16.76 . Both 1 week and 1-month postoperative time KPS was not showed statistical different ($p = 0.49$ and 0.795 , respectively).

Although, at 3-month and 6-month postoperative period, KPS of patients in resection and without resection group seemed to be difference, there

was no statistical difference ($p = 0.23$ and 0.21 , respectively).

In our study, the median time to dependence (KPS <70) was 11.6 months in tumor resection group vs 3.86 months in without resection group.

The change of KPS from baseline in tumor resection group was significantly presented since 1 week after surgery. Meanwhile, in without resection group, we found significant change in KPS since 3 months after surgery. But, postoperative KPS difference from baseline at 1-month postoperative period showed 7.75 in resection group and 7.14 in without resection group, which was almost same, but still showed not statistically difference from baseline in non-resection group ($p = 0.949$).

Table 4 Tumor resection on Karnofsky performance status (KPS) in patient with brain glioblastoma (change from baseline)

KPS score/Time	Tumor resection (n = 80)		Without resection (n = 7)		Difference between Groups (95% CI)	p-value
	Change from baseline (95% CI)	p-value	Change from baseline (95% CI)	p-value		
Post-operative						
1 week	-6.75 (-10.51, -2.99)	< 0.001*	1.43 (-11.29, 14.14)	0.826	-8.18 (-21.44, 5.08)	0.227
1 month	-7.75 (-13.00, -2.50)	0.004*	-7.14 (-24.91, 10.62)	0.431	-0.61 (-19.13, 17.92)	0.949
3 months	-14.75 (-21.50, -8.00)	< 0.001*	-27.14 (-49.97, -4.31)	0.020*	12.39 (-11.41, 36.2)	0.308
6 months	-23.50 (-31.85, -15.15)	< 0.001*	-38.57 (-66.79, -10.35)	0.007*	15.07 (-14.35, 44.5)	0.316

Abbreviation: CI, confident interval

Analyses were conducted with the use of a linear mixed-effects model adjusted for baseline value

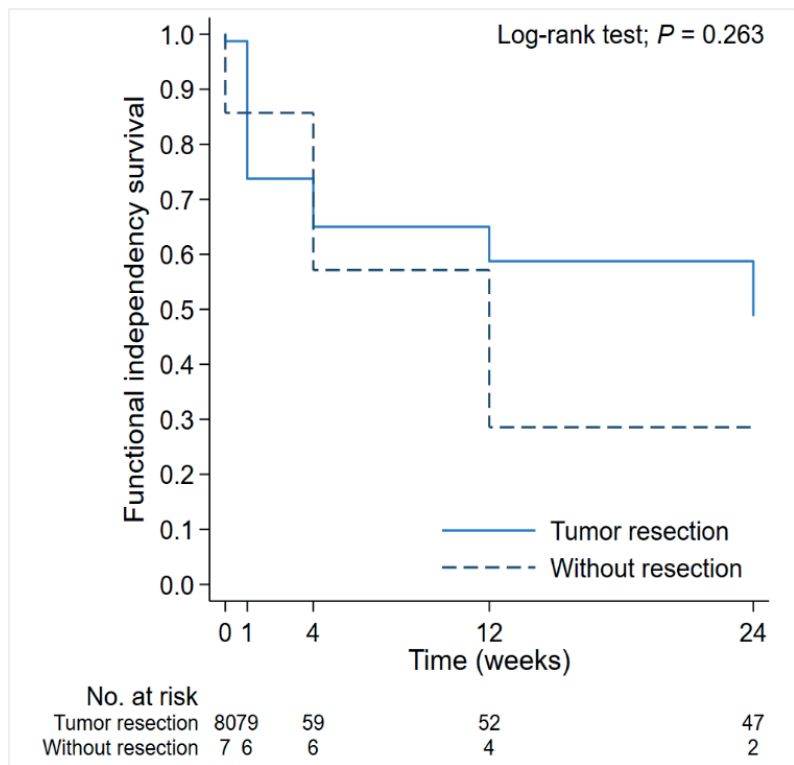
* Significant at p-value < 0.05

According to Table 5, the percentage of patient who was still be independent (KPS >70) was 73.75%, 65%, 58.75%, 48.75% in tumor resection group, and 85.71%, 57.14%, 28.57%, 28.57% at 1-week, 1-month, 3-month, 6-month

postoperative period. But there was no statistical difference in percentage of patient who was still be independent between groups in each follow-up time up to 6 months ($p = 0.263$).

Table 5 Univariable analysis for functional independency in patient with brain glioblastoma

Functional independency	Tumor resection (n = 80)		Without resection (n = 7)		p-value
	n	SR (95% CI)	n	SR (95% CI)	
Post-operative					0.263
1 week	21	73.75 (62.64 - 82.02)	1	85.71 (33.41 - 97.86)	
1 month	7	65.00 (53.49 - 74.34)	2	57.14 (17.19 - 83.71)	
3 months	5	58.75 (47.18 - 68.62)	2	28.57 (4.11 - 61.15)	
6 months	8	48.75 (37.45 - 59.12)	2	28.57 (4.11 - 61.15)	



The multivariate analysis showed only radiation therapy reception was the factor that associated with

increased survival with functional independency in these patients.

Table 6 Multivariable analysis for Tumor resection on functional independency in patient with brain GBM by Cox proportional hazard model

Factors	Univariable analysis			Multivariable analysis		
	HR	95% CI	p-value	HR _{adj}	95% CI	p-value
Tumor resection	0.62	(0.24 - 1.57)	0.311	1.02	(0.33 - 3.18)	0.967
Age (years)						
< 60	1.00	Reference		1.00	Reference	
≥ 60	1.39	(0.78 - 2.48)	0.265	1.28	(0.68 - 2.43)	0.448
Sex						
Male	1.52	(0.85 - 2.74)	0.161	1.49	(0.80 - 2.75)	0.205
Female	1.00	Reference		1.00	Reference	
ASA						
1	1.00	Reference		1.00	Reference	
2	1.28	(0.69 - 2.38)	0.434	1.07	(0.54 - 2.12)	0.851
3	1.89	(0.76 - 4.71)	0.172	1.52	(0.51 - 4.58)	0.455
Underlying disease	1.38	(0.77 - 2.48)	0.276	-	-	NA
Site eloquent	0.81	(0.45 - 1.48)	0.501	0.66	(0.35 - 1.26)	0.205
RT	0.32	(0.16 - 0.66)	0.002*	0.40	(0.17 - 0.95)	0.038*
CMT	0.47	(0.26 - 0.85)	0.012*	0.62	(0.31 - 1.24)	0.177

Abbreviations: NA, data not applicable; HR, Hazard Ratio; HR_{adj} Adjusted Hazard Ratio; CI, confident interval

There were several complications after surgery which was occurred only in patients underwent tumor for GBM in both resection and without resection group. resection. The most common complication was motor weakness,

Table 7 Complication of patient with brain glioblastoma

Complications	Total (n = 87)	Tumor resection		p-value
		Yes (n = 80)	No (n = 7)	
Overall Complication	57 (65.5)	54 (67.5)	2 (28.6)	0.228
New Motor weakness	11 (12.6)	11 (13.8)	0 (0.0)	0.588
UTI	8 (9.2)	8 (10.0)	0 (0.0)	1.000
Pneumonia	7 (8.0)	7 (8.8)	0 (0.0)	1.000
VTE	7 (8.0)	7 (8.8)	0 (0.0)	1.000
Ishemic Stroke	7 (8.0)	7 (8.8)	0 (0.0)	1.000
Edema brain	7 (8.0)	6 (7.5)	1 (14.3)	0.456
Wound complication	6 (6.9)	5 (6.3)	1 (14.3)	0.405
Seizure	5 (5.7)	5 (6.3)	0 (0.0)	1.000
Cognitive impair	5 (5.7)	5 (6.3)	0 (0.0)	1.000
Hydrocephalus/Leptomeningeal metastasis	3 (3.4)	3 (3.8)	0 (0.0)	1.000
New VF Defect	2 (2.3)	2 (2.5)	0 (0.0)	1.000
UGIB	1 (1.1)	1 (1.3)	0 (0.0)	1.000

Discussion

This study aimed to assess time that patients with brain GBM had, since the diagnosis until they were functionally dependence. Using KPS <70 as indicator of functional dependence, we conducted retrospective cohort study in our institute to assess the survival time with functional independence in these patients. In the previous study in 2015 by Sacko, et al.¹⁶ the patient in their study who undergone tumor resection surgery had the longer survival time with functional independency (KPS >70) about 15.9 months vs. 6.7 months in non-tumor resection group ($p = 0.006$). In our study we found that patients underwent tumor resection surgery for brain GBM tend to had more survival time with functional independency (11.60 months) than in non-tumor resection group (3.86 months), but there was no statistically significant ($p = 0.087$), which may be from small number of samples used in this study. Our study was the first study in Thailand that emphasized the functional independency (KPS >70) as the indicator of GBM treatment quality, and assessed tumor resection, which was an important method of treatment in brain GBM.

Post-operatively, there was declination of mean KPS in both groups of patients. There was no statistically significant difference in post-operative KPS score in each follow-up time of patient with GBM underwent tumor resection and non-tumor resection (biopsy then RT or CMT) treatment after diagnosis of GBM until 6 months after diagnosis (or operation). But, after 3-month postoperative time, the deterioration rate of KPS in non-tumor resection group tended

to be more than in tumor resection group (without statistically significant). This may be explained by the small sample size in non-resection group causing low power of statistic to detect the difference.

Postoperative KPS difference from baseline at 1-month postoperative period in both groups was almost same, but still showed no statistically difference. This may be explained by the small sample size in non-resection group causing low power of statistic to detect the difference.

This may imply that in tumor resection group, the patient tended to have more time in independent status than in non-tumor resection group.

There were several complications after surgery for GBM which was not different between tumor resection and non-resection group. The most common complication from glioblastoma tumor resection in our institute was new motor deficit (while there was none in the non-resection group).

However, in some groups of patients who have GBM that considered to be unresectable or not optimal condition for surgery i.e., other poor medical conditions or preoperative poor KPS score, the result of this study cannot be used and no patient in this study who was not undergone tumor resection due to this reason.

There are several limitations of this study. First, the study design is retrospective study, causing selection bias. Moreover, there was a number of the patient, who was excluded from study because of incomplete information. Second, the very small number of patients in non-tumor resection group, causing low power of statistic to detect the difference

in multiple parameters. Third, there was confounding factor i.e., location of tumor, which affect the outcome of treatment, and our study did not categorize the patient.

The study in the future should be done using other measurements i.e. European Organization for Research and Treatment of Cancer Core Quality-of-Life Questionnaire (EORTC QLQ-C30)¹⁷, EORTC brain cancer module (EORTC QLQ-BN20)¹⁸ which was better for the reliability, validity, responsiveness and sensitivity in quality of life assessment in patient with brain glioblastoma.¹⁹ In addition, multi-center setting and prospective study design should be considered in order to maximize statistical power.

Conclusion

The patient with brain GBM, receiving tumor resection treatment tend to had more time in independent than patient receiving non-tumor resection treatment. However, this result could not be used in patient who was not suitable for tumor resection due to other condition. Furthermore, future study should be done using larger number of patients and using more objective parameter representing functional independence.

References

1. Tan AC, Ashley DM, López GY, Malinzak M, Friedman HS, Khasraw M. Management of glioblastoma: State of the art and future directions. *CA Cancer J Clin.* 2020;70(4):299-312.
2. Rønning PA, Helseth E, Meling TR, Johannesen TB. A population-based study on the effect of temozolomide in the treatment of glioblastoma multiforme. *Neuro Oncol.* 2012;14(9):1178-84.
3. Fekete B, Werlenius K, Örndal C, Rydenhag B. Prognostic factors for glioblastoma patients—a clinical population-based study. *Acta Neurol Scand.* 2016;133(6):434-41.
4. Witthayanuwat S, Pesee M, Supaadirek C, Supakalin N, Thamronganantasakul K, Krusun S. Survival analysis of glioblastoma multiforme. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2018;19(9):2613-7.
5. Nelson DF, Diener-West M, Horton J, Chang CH, Schoenfeld D, Nelson JS. Combined modality approach to treatment of malignant gliomas—re-evaluation of RTOG 7401/ECOG 1374 with long-term follow-up: a joint study of the Radiation Therapy Oncology Group and the Eastern Cooperative Oncology Group. *NCI Monogr.* 1988;(6):279-84.
6. Bleehen NM, Stenning SP. A Medical Research Council trial of two radiotherapy doses in the treatment of grades 3 and 4 astrocytoma. The Medical Research Council Brain Tumour Working Party. *Br J Cancer.* 1991;64(4):769-74.
7. Laws ER, Parney IF, Huang W, Anderson F, Morris AM, Asher A, et al. Survival following surgery and prognostic factors for recently diagnosed malignant glioma: data from the Glioma Outcomes Project. *J Neurosurg.* 2003;99(3):467-73.
8. Korshunov A, Sycheva R, Golanov A. The prognostic relevance of molecular alterations in glioblastomas for patients age <50 years. *Cancer.* 2005;104(4):825-32.
9. Pichlmeier U, Bink A, Schackert G, Stummer W. Resection and survival in glioblastoma multiforme: an RTOG recursive partitioning analysis of ALA study patients. *Neuro Oncol.* 2008;10(6):1025-34.
10. Scott JG, Suh JH, Elson P, Barnett GH, Vogelbaum MA, Peereboom DM, et al. Aggressive treatment is appropriate for glioblastoma multiforme patients 70 years old or older: a retrospective review of 206 cases. *Neuro Oncol.* 2011;13(4):428-36.
11. Okumus NO, Gursel B, Meydan D, Ozdemir O, Odabas E, Gonullu G. Prognostic significance of concomitant radiotherapy in newly diagnosed glioblastoma multi-

- forme: a multivariate analysis of 116 patients. *Ann Saudi Med.* 2012;32(3):250-5.
12. Ahmadloo N, Kani AA, Mohammadianpanah M, Nasrolahi H, Omidvari S, Mosalaei A, et al. Treatment outcome and prognostic factors of adult glioblastoma multiforme. *J Egypt Natl Canc Inst.* 2013;25(1):21-30.
 13. Henriksson R, Asklund T, Poulsen HS. Impact of therapy on quality of life, neurocognitive function and their correlates in glioblastoma multiforme: a review. *J Neurooncol.* 2011;104(3):639-46.
 14. Drewes C, Sagberg LM, Jakola AS, Solheim O. Perioperative and postoperative quality of life in patients with glioma—a longitudinal cohort study. *World Neurosurg.* 2018;117:e465-74.
 15. Sagberg LM, Solheim O, Jakola AS. Quality of survival the first year with glioblastoma: a longitudinal study of patient-reported quality of life. *J Neurosurg.* 2016;124(4):989-97.
 16. Sacko A, Hou MM, Temgoua M, Alkhafaji A, Marantidou A, Belin C, et al. Evolution of the Karnofsky Performance Status throughout life in glioblastoma patients. *J Neurooncol.* 2015;122(3):567-73.
 17. McLachlan SA, Devins GM, Goodwin PJ. Validation of the European Organization for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire (QLQ-C30) as a measure of psychosocial function in breast cancer patients. *Eur J Cancer.* 1998;34(4):510-7.
 18. Leung A, Lien K, Zeng L, Nguyen J, Caissie A, Culleton S, et al. The EORTC QLQ-BN20 for assessment of quality of life in patients receiving treatment or prophylaxis for brain metastases: a literature review. *Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res.* 2011;11(6):693-700.
 19. Mahalakshmi P, Vanisree AJ. Quality of life measures in glioma patients with different grades: a preliminary study. *Indian J Cancer.* 2015;52(4):580-5.