

Factors Affecting Surgical Outcome of Traumatic Brain Injury Patients

Abstract

Sujin Rujimethapass, M.D.*

Traumatic brain injury (TBI) is the common cause of brain damage, resulting in death or long term-disability. Aim of this study was to identify factors affecting surgical outcome of traumatic brain injury patients. Eighty four patients was diagnosed with traumatic brain injury and was operated at Phra Nakhon Si Ayutthaya hospital from 1 June 2012-29 February 2015 and followed up for 6 months.

The results of study showed median age of patient was 34.5 years (4-77). Male:Female ratio was 6:1. Median Glasgow Coma Score (GCS) at admission was 9.0 (3-15). Good pupil reactivity was 50 case (59.5%). Median time from arrival hospital to operation was 4.0 hours (0.75-115). CT brain showed Acute subdural hematoma 24 cases (28.6%), Epidural hematoma 24 cases (28.6%), Multiple hemorrhage 31 cases (36.9%), Depress skull fracture 5 cases (6%). Mean midline shift was 0.79 cm. (0-1.8). The operation was Craniotomy 28 cases (33.3%) and Craniectomy 45 cases (53.6%). In-hospital mortality rate was 28.6%. Surgical outcome was evaluated at 6 months, dividing to favorable outcome (GOS4-5) and unfavorable outcome (GOS1-3). Patients with midline shift ≤ 5 mm. had significantly more favorable outcome (85.2% vs 40.4%) compared with those with midline shift > 5 mm.

Conclusion: Midline shift ≤ 5 mm. is only factor that affecting favorable surgical outcome of Traumatic brain injury patients

Keywords: Favorable outcome, Unfavorable outcome, Traumatic Brain injury (TBI), Midline shift

*Department of Surgery, Phra Nakhon Si Ayutthaya Hospital, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province

ปัจจัยที่มีผลต่อผลลัพธ์การผ่าตัดในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองจากอุบัติเหตุ

บทคัดย่อ

สุจินต์ รุจิเมธภาส, พ.บ.*

การบาดเจ็บสมองจากอุบัติเหตุเป็นสาเหตุของการบาดเจ็บสมองที่พบบ่อย ซึ่งส่งผลให้เสียชีวิตหรือเกิดความพิการในระยะยาวจุดมุ่งหมายของการศึกษานี้เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อผลลัพธ์การผ่าตัดในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองจากอุบัติเหตุ มีผู้ป่วยจำนวน 84 คน ที่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีการบาดเจ็บสมองจากอุบัติเหตุและได้รับการผ่าตัดตั้งแต่ 1 มิถุนายน 2555 - 29 กุมภาพันธ์ 2558 ที่โรงพยาบาลพระนครศรีอยุธยา และติดตามผลลัพธ์การรักษา 6 เดือน

ผลการศึกษาพบว่าค่ากลางอายุของผู้ป่วยเท่ากับ 34.5 ปี (4-77 ปี) สัดส่วนเพศชายต่อเพศหญิงเท่ากับ

6 : 1, ค่ากลางระดับความรู้สึกตัว (Glasgow Coma Score: GCS) แกรับเท่ากับ 9(3-15), ม่านตาตอบสนองต่อแสงดี 50 คน (ร้อยละ 59.5), ค่ากลางของเวลาตั้งแต่มาถึงโรงพยาบาลจนถึงผ่าตัด 4 ชม. (0.75 - 115 ชม.), เอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์สมองพบเลือดออกใต้เยื่อหุ้มสมอง 24 คน (ร้อยละ 28.6), เลือดออกใต้กะโหลกศีรษะ 24 คน (ร้อยละ 28.6), เลือดออกหลายตำแหน่ง 31 คน (ร้อยละ 36.9), กะโหลกศีรษะแตกยุบ 5 คน (ร้อยละ 6), การเคลื่อนที่ของแนวกึ่งกลางสมองเฉลี่ย 0.79 ซม. (0-1.8 ซม.), ผ่าตัด Craniotomy 28 คน (ร้อยละ 33.3), ผ่าตัด Craniectomy 45 คน (ร้อยละ 53.6), อัตราการเสียชีวิตในโรงพยาบาลร้อยละ 28.6 ประเมินผลลัพธ์การผ่าตัดที่ 6 เดือนโดยแบ่งเป็นผลลัพธ์การรักษาที่ดี (GOS4-5) และผลลัพธ์การรักษาที่ไม่ดี (GOS 1-3) ผู้ป่วยที่มีการเคลื่อนที่ของแนวกึ่งกลางสมอง (Midline Shift) ≤ 5 มม. สัมพันธ์กับผลลัพธ์การรักษาที่ดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ร้อยละ 85.4 กับ ร้อยละ 40.4) เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ป่วยที่มีการเคลื่อนที่ของแนวกึ่งกลางสมอง > 5 มม.

สรุป: การเคลื่อนที่ของแนวกึ่งกลางสมอง ≤ 5 มม. เป็นปัจจัยเพียงชนิดเดียวที่มีผลต่อผลลัพธ์การรักษาที่ดีในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองจากอุบัติเหตุที่ได้รับการผ่าตัด

คำสำคัญ: ผลลัพธ์การรักษาที่ดี, ผลลัพธ์การรักษาที่ไม่ดี, การบาดเจ็บสมองจากอุบัติเหตุ, การเคลื่อนที่ของแนวกึ่งกลางสมอง

*กลุ่มงานศัลยกรรม โรงพยาบาลพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

บทนำ

การบาดเจ็บสมองจากอุบัติเหตุเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย โดยพบอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรเป็นอันดับ 2 รองจากโรคมะเร็ง คิดเป็น 50.18 ต่อแสนประชากร⁽¹⁾ เฉลี่ยมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรวันละ 25 ราย ในจำนวนผู้ป่วยบาดเจ็บรุนแรงจากอุบัติเหตุการบาดเจ็บสมองเป็นอวัยวะที่ได้รับการบาดเจ็บมากที่สุด การบาดเจ็บสมองที่รุนแรงมีอัตราการเสียชีวิตทั้งหมดร้อยละ 29 และมีจำนวนมากต้องพิจารณาตลอดชีวิต⁽¹⁾ ผู้ป่วยบางส่วนจำเป็นต้องได้รับการผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะเพื่อนำเลือดออก, ผ่าตัดเพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะ, ผ่าตัดเพื่อป้องกันภาวะการติดเชื้อในผู้ป่วยกะโหลกศีรษะแตกยุบหรือ ผ่าตัดใส่สายระบายน้ำหรือเลือดในโพรงสมอง จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการรักษาผู้ป่วยบาดเจ็บสมองมีหลายปัจจัย เช่น อายุที่มากกว่า 65 ปี^(2,3,4,5,6), ระดับความรู้สึกตัวต่ำ^(3,4,5,6,7), ความดันในกะโหลก

ศีรษะมากกว่า 20 มิลลิเมตรปรอท⁽⁸⁾, อาการบาดเจ็บร่วม⁽³⁾, ภาวะขาดออกซิเจน⁽³⁾ เป็นปัจจัยที่ทำนายถึงผลการรักษาที่ไม่ดีหรือมีอัตราการเสียชีวิตที่สูงและในทางกลับกันการตอบสนองต่อแสงที่ดีของม่านตา⁽⁹⁾, ระดับความรู้สึกตัวที่เกิดเหตุสูง⁽⁹⁾, ผู้ป่วยอายุน้อยกว่า 65 ปี⁽¹⁰⁾, ระดับความรู้สึกตัวก่อนผ่าตัดสูง⁽¹⁰⁾ เป็นปัจจัยที่ทำนายถึงผลการรักษาที่ดีเนื่องจากที่โรงพยาบาลพระนครศรีอยุธยาการบาดเจ็บสมองจากอุบัติเหตุเป็นปัญหาสำคัญที่มีอัตราความพิการและเสียชีวิตสูง ต้องใช้แพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉิน อายุรแพทย์ ประสาทศัลยแพทย์ ทีมพยาบาล ในการรักษาร่วมกันและต้องใช้หอผู้ป่วยเวชบำบัดวิกฤตซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาหาปัจจัยทำนายผลลัพธ์การรักษาที่ดีในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดและข้อมูลโดยทั่วไปของผู้ป่วย เพื่อพัฒนาผลลัพธ์การรักษาและลดอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วย

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาหาปัจจัยทำนายผลลัพธ์การรักษาที่ดีในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองที่ได้รับการผ่าตัด

วัสดุและวิธีการ

การศึกษาแบบ cross-sectional study โดยเก็บข้อมูลจากเวชระเบียนและโทรศัพท์ติดตามจากผู้ป่วยบาดเจ็บสมองที่ได้รับการผ่าตัดที่โรงพยาบาลพระนครศรีอยุธยาตั้งแต่ 1 มิ.ย. 2555-29 กพ. 2558 โดย นพ.สุจินต์ รุจิเมธาภาส โดยมีผู้ป่วยทั้งหมด 88 คน แต่สามารถติดตามประวัติและผลการรักษาได้อย่างน้อย 6 เดือน จำนวน 84 คน ปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วยอายุ เพศ ระดับความรู้สึกรู้ตัวแรกเริ่มระยะเวลาตั้งแต่มาถึงโรงพยาบาลจนผ่าตัด สาเหตุของการบาดเจ็บ ผลเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมอง การเคลื่อนที่ของแนวกระดูกกลางสมอง ชนิดการผ่าตัด ผลลัพธ์การรักษาที่ 6 เดือน อัตราการเสียชีวิตในโรงพยาบาลโดยประเมินผลลัพธ์การรักษาที่ 6 เดือน โดยใช้ Glasgow outcome scale (GOS) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้ ระดับ 1 = Dead, ระดับ 2 = Vegetative state, ระดับ 3 = Moderate disability, ระดับ 4 = Mild disability, ระดับ 5 = Normal โดยระดับที่ 4 และ 5 เป็นผลลัพธ์การรักษาที่ดี (Favorable outcome) และระดับที่ 1-3 เป็นผลลัพธ์การรักษาที่ไม่ดี (Unfavorable outcome)

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายลักษณะทั่วไปด้วยค่าความถี่และร้อยละ

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์การรักษาที่ดีกับปัจจัยต่างๆ ด้วย Chi-square test และวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อผลลัพธ์การผ่าตัดด้วยวิธี Logistic Regression Analysis โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นในการทดสอบทางสถิติที่ระดับน้อยกว่า 0.05 ($p\text{-value} < 0.05$)

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยบาดเจ็บสมองที่ได้รับการผ่าตัดและติดตามประวัติได้ทั้งหมด 84 คน โดยมีค่ากลางของอายุผู้ป่วยเท่ากับ 34.5 ปี (4-77 ปี), เพศชาย 72 คน (ร้อยละ 85.7) เพศหญิง 12 คน (ร้อยละ 14.3), ค่ากลางระดับความรู้สึกรู้ตัวแรกเริ่ม 9 คะแนน (3-15 คะแนน), ส่วนใหญ่บาดเจ็บจากอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ ร้อยละ 58, ค่ากลางเวลาตั้งแต่มาถึงโรงพยาบาลผ่าตัด 4 ชม. (0.75-115 ชม.), การตอบสนองต่อแสงที่ดีของม่านตาทั้ง 2 ข้าง ร้อยละ 59.5, ผลเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองพบว่าเป็น Acute Subdural Hematoma ร้อยละ 28.6, Epidural Hematoma ร้อยละ 28.6, Multiple Hemorrhage ร้อยละ 31.9 และที่เหลือเป็น Depress Skull Fracture, ได้รับการผ่าตัด Craniectomy ร้อยละ 53.6, Craniotomy ร้อยละ 33.3, มีอัตราการเสียชีวิตในโรงพยาบาล ร้อยละ 28.6 และพบว่ามีผลลัพธ์การรักษาที่ดีหลังครบ 6 เดือน ร้อยละ 54.8, ผลลัพธ์การรักษาที่ไม่ดีหลังครบ 6 เดือน ร้อยละ 45.2 (ดังตาราง 1)

ตาราง 1 ข้อมูลทั่วไปและผลการรักษาของผู้ป่วย

อายุเฉลี่ยของผู้ป่วย (ปี)	Mean = 37.83	Median = 34.50 (4-77)
เพศ, จำนวน (ร้อยละ)	ชาย 72 (85.7)	หญิง 12 (14.3)
ระดับความรู้สึกตัวที่โรงพยาบาล	Mean = 9.37	Median = 9 (3-15)
ระยะเวลาตั้งแต่มาถึงโรงพยาบาลจนกระทั่งผ่าตัด (ชม.)	Median = 4 ชม.	(0.75-115 ชม.)
กลไกการบาดเจ็บ, จำนวน (ร้อยละ)		
อุบัติเหตุรถจักรยานยนต์	47 (58)	
ถูกทำร้ายร่างกาย	6 (7.1)	
หกล้ม	14 (16.7)	
ตกจากที่สูง	7 (8.3)	
อุบัติเหตุรถยนต์	7 (8.3)	
การตอบสนองของม่านตาต่อแสง, จำนวน (ร้อยละ)		
ตอบสนองต่อแสงดีทั้ง 2 ข้าง	50 (59.5)	
ตอบสนองต่อแสงไม่ดี 1 ข้าง หรือทั้ง 2 ข้าง	34 (40.5)	
การเคลื่อนที่ของแนวกึ่งกลางสมอง (Midline Shift) (ชม.)	Mean = 0.78	Median = 0.75 (0-1.8)
ผลเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมอง, จำนวน (ร้อยละ)		
Acute Subdural Hematoma	24 (28.6)	
Epidural Hematoma	24 (28.6)	
Multiple Hemorrhage	31 (36.9)	
Depress Skull fracture	5 (6)	
ชนิดการผ่าตัด, จำนวน (ร้อยละ)		
Craniectomy	45 (53.6)	
Craniotomy	28 (33.3)	
ผลลัพธ์การรักษา, จำนวน (ร้อยละ)	ก่อนกลับบ้าน	หลังกลับบ้าน 6 เดือน
Dead	24 (28.6)	28 (33.3)
Vegetative state	9 (10.7)	5 (6)
Moderate disable	19 (22.6)	5 (6)
Mild disable	16 (19)	14 (16.7)
Normal	16 (19)	32 (38.1)
ผลลัพธ์การรักษาที่ 6 เดือน, จำนวน (ร้อยละ)		
ผลลัพธ์การรักษาที่ดี (Favorable Outcome)	46 (54.8)	
ผลลัพธ์การรักษาที่ไม่ดี (Unfavorable Outcome)	38 (45.2)	

และเมื่อนำปัจจัยต่างๆ มาวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์กับผลลัพธ์การรักษาที่ดีพบว่า ระดับความรู้สึกตัวสูง, การตอบสนองต่อแสงที่ดีของม่านตา

ทั้ง 2 ข้าง และการเคลื่อนที่ของแนวกึ่งกลางสมอง ≤ 5 มม. มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์การรักษาที่ดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) (ดังตาราง 2)

ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์การรักษาที่ดี กับปัจจัยต่างๆ

ปัจจัย	ผลลัพธ์การรักษา (Surgical Outcome)		Chi-square	p-value
	Favorable (ร้อยละ)	Unfavorable (ร้อยละ)		
อายุ			2.371	0.188
≤ 65 ปี	42 (57.5)	31 (42.5)		
> 65 ปี	4 (36.4)	7 (63.6)		
ระดับความรู้สึกตัว			4.952	0.001
> 8	32 (72.7)	12 (27.3)		
≤ 8	14 (35)	26 (65)		
ระยะเวลาตั้งแต่มาถึง รพ. จนกระทั่งผ่าตัด			1.655	0.298
≤ 4 ชม.	35 (58.3)	25 (41.7)		
> 4 ชม.	11 (45.8)	13 (54.2)		
การตอบสนองของม่านตาต่อแสง			4.879	0.001
ตอบสนองดีทั้ง 2 ข้าง	35 (70.0)	15 (30.0)		
ตอบสนองไม่ดี	11 (32.4)	23 (67.6)		
การเคลื่อนที่ของแนวกึ่งกลางสมอง (Midline Shift)			8.50	< 0.001
≤ 5 มม.	23 (85.2)	4 (14.8)		
> 5 มม.	23 (40.4)	34 (59.6)		

เมื่อนำปัจจัยทั้ง 3 มาวิเคราะห์แบบ Binary Logistic Regression พบว่าการเคลื่อนที่ของแนวกึ่งกลางสมองที่ ≤ 5 มม. มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์

การรักษาที่ดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) (ดังตาราง 3)

ตาราง 3 การวิเคราะห์แบบ Binary Logistic Regression ระหว่างปัจจัยต่างๆ และผลลัพธ์การรักษาที่ดี

ปัจจัย	Chi-square	Chi-square _{adj}	95% CI	p-value
ระดับความรู้สึกตัวสูง (GCS>8)	4.952	2.645	0.893-7.833	0.079
การตอบสนองที่ดีต่อแสงของม่านตาทั้ง 2 ข้าง	4.879	2.39	0.795-7.188	0.121
Midline shift ≤5 มม.	8.5	5.732	1.646-19.967	0.006

Chi-square คือ ค่า Chi-square หลังจากควบคุมตัวแปรต่อไปนี้ ระดับความรู้สึกตัวสูง, การตอบสนองที่ดีต่อแสงของม่านตาทั้ง 2 ข้าง, การเคลื่อนที่ของแนวกึ่งกลางสมอง (Midline Shift) ≤5 มม.

วิจารณ์

การบาดเจ็บสมองจากอุบัติเหตุเป็นการบาดเจ็บที่มีอัตราการเสียชีวิตและพิการสูง โดยในการบาดเจ็บสมองรุนแรงพบอัตราการเสียชีวิตร้อยละ 29⁽¹⁾ และปัจจัยทำนายผลลัพธ์การรักษาที่ดี เช่น อายุ <65 ปี⁽¹⁰⁾, ระดับความรู้สึกตัวที่สูง⁽¹⁰⁾, การตอบสนองต่อแสงที่ดีของม่านตา⁽⁹⁾ ในการศึกษาเมื่อวิเคราะห์โดยใช้ Binary Logistic Regression พบว่าการเคลื่อนที่ของแนวกึ่งกลางสมอง (Midline shift) ≤5 มม. เป็นปัจจัยเพียงชนิดเดียวที่สัมพันธ์กับผลลัพธ์การรักษาที่ดี (p-value<0.05) เนื่องจากการเคลื่อนที่ของแนวกึ่งกลางสมองจากผลเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์สมองเป็นลักษณะอย่างหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับความดันในกะโหลกศีรษะ⁽¹¹⁾ ในการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าผู้ป่วยที่มีความดันในกะโหลกศีรษะสูงจะมีผลลัพธ์การรักษาที่ไม่ดี⁽⁸⁾ และมีอัตราการเสียชีวิตสูง⁽¹²⁾ ภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูง (มากกว่า 20 มิลลิเมตรปรอท) เป็นสาเหตุของการบาดเจ็บของสมองระยะที่สอง (Secondary brain injury) และการเสียชีวิต⁽¹³⁾ ภาวะความดันในกะโหลกศีรษะสูงเกิดจากภาวะสมอง

บวมหรือภาวะเลือดออกในสมอง เช่น เลือดออกใต้กะโหลกศีรษะ (Epidural hematoma), เลือดออกใต้เยื่อหุ้มสมอง (Subdural hematoma), สมองช้ำ (Brain contusion) เป็นต้น การรักษามะเร็งความดันในกะโหลกศีรษะสูงเป็นเป้าหมายสำคัญของการรักษา การบาดเจ็บสมองจากอุบัติเหตุ โดยจะมีการรักษาด้วยการผ่าตัดเพื่อนำก้อนเลือดออกหรือเปิดกะโหลกศีรษะ (Craniectomy) ในกรณีมีก้อนเลือดขนาดใหญ่หรือมีภาวะสมองบวมมากร่วมกับการรักษาอีกหลายประการ เช่น Hyperventilation⁽¹⁴⁾, Hyperosmolar therapy⁽¹⁵⁾ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้อัตราการเสียชีวิตและพิการลดลงแต่จากการศึกษานี้พบว่าระดับความรู้สึกตัวสูงและการตอบสนองต่อแสงที่ดีของม่านตาทั้ง 2 ข้างมีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์การรักษาที่ดีแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติอาจเนื่องจากปริมาณของผู้ป่วยที่ศึกษาน้อยเกินไปและข้อจำกัดการวิจัยนี้คือไม่ได้ศึกษาถึงสาเหตุของการเสียชีวิตและภาวะแทรกซ้อนของการผ่าตัดซึ่งมีผลต่อผลลัพธ์การรักษาในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองจากอุบัติเหตุ

สรุป

จากการศึกษานี้พบว่า การเคลื่อนที่ของแนวกึ่งกลางสมอง (Midline shift) ≤5 มม. เป็นปัจจัยเพียงชนิดเดียวที่มีผลต่อผลลัพธ์การรักษาที่ดีในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองจากอุบัติเหตุที่ได้รับการผ่าตัด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผศ.ดร.สุคนธา ศิริ ภาควิชา
ระบาควิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัย

มหิดล ที่ช่วยตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ความ
เหมาะสมของเครื่องมือการวิจัย และการแปลผลทาง
สถิติ

เอกสารอ้างอิง

1. กระทรวงสาธารณสุข, สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์. สถิติการตาย 10 อันดับ. นนทบุรี; กระทรวงสาธารณสุข. 2556.
2. Hukkelhoven CW, Steyerberg EW, Rampen AJ, Farace E, Habbema JD, Marshall LE, Gordon D Murray. Patient age and outcome following severe traumatic brain injury : an analysis of 5600 patients. J Neurosurg 2003;99:666-673.
3. Tokutomi T, Miyagi T, Ogawa T, Ono J, Kawamata T, Sakamoto T, Minoru S. Age-associated increase in poor outcomes after traumatic brain injury : a report from the Japan Neurotrauma Data Bank. J Neurotrauma 2008;25:1407-1414.
4. Mosenthal AC, Lavery RF, Addis M, Kaul S, Ross S, Marburger R, Robert BS. Isolated traumatic brain injury : age is an Independent predictor of mortality and early outcome. J Trauma 2002;52:907-911.
5. Susman M, Dirusso SM, Sullivan T, Risucci D, Nealon P, Cuff S, Adi H. Traumatic brain injury in the elderly : increase mortality and worse functional outcome at discharge despite lower injury severity. J Trauma 2002;53:219-223.
6. Kentaro S, Takeshi M, Masahiro T, Atsuo Y, Yoichi K, M. Ross B. Outcome and Surgical Management for Geriatric Traumatic Brain Injury: Analysis of 888 Cases Registered in the Japan Neurotrauma Data Bank. World Neurosurgery 2014;82(6):1300-1306.
7. Jamjoom A, Nelson R, Stranjalis G, Wood S, Chissell H, Kane N, Cummins B. Outcome following surgical evacuation of traumatic intracranial hematomas in the elderly. Br J Neurosurg 1992;6:27-32.
8. Ross AM, Pitts LH, Kobayashi S. Prognosticators of outcome after major head Injury in the elderly. J Neurosci Nurs 1992;24:88-93.
9. Majdan Marek, Steyerberg Ewout W., Nieboer Daan, Mauritz Walter, Rusnak Martin, and Lingsma Hester F. Glasgow Coma Scale Motor Score and Pupillary Reaction To Predict Six-Month Mortality in Patients with Traumatic Brain Injury: Comparison of Field and Admission Assessment. J Neurotrauma 2015;32(2):101-108.
10. Limpastan K, Norasetthada T, Watcharasakul W, Vaniyapong T. Factors Influencing the Outcome of Decompressive Craniectomy Used in the Treatment of Severe Traumatic brain injury. Journal of the Medical Association of Thailand 2013;96(6):678-682.

11. Miller MT, Pasquale M, Kurek S, White J, Martin P, Bannon K, Wasser T. et al. Initial head computed tomographic scan characteristics have a linear relationship with initial intracranial pressure after trauma. *J Trauma* 2004;56(5):967-972.
12. Lobato RD, Alen JF, Perez-Nunez A, Alday R, Gomez PA, Pascual B, Lagares A., et al. Value of serial CT scanning and intracranial pressure monitoring for detecting new intracranial mass effect in severe head injury patients showing lesion type I-II in the initial CT scan. *Neurocirugia (Astur)* 2005;16(3):217-234.
13. Marmarou A, Anderson R, Ward J, Choi S. Impact of ICP instability and hypotension on outcome in patients with severe head trauma. *J Neurosurg* 1991;75(Suppl):S159-S166.
14. Braton SL, Chestnut RM, Ghajar J, McConnell Hammond FF, Harris OA, Hartl R, Manley GT., et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. XIV. Hyperventilation. *J Neurotrauma* 2007;24 Suppl 1:S87-90.
15. Braton SL, Chestnut RM, Ghajar J, McConnell Hammond FF, Harris OA, Hartl R, Manley GT., et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. II. Hyperosmolar therapy. *J Neurotrauma* 2007;24 Suppl 1:S14-20.