

## Original Article

## 開頭減圧術後の重症脳梗塞患者に対する頭蓋形成術の FIM 効率への影響

新井伸征,<sup>1</sup> 阿部泰昌,<sup>1</sup> 目谷浩通,<sup>1</sup> 平岡 崇,<sup>1</sup> 花山耕三<sup>1</sup><sup>1</sup>川崎医科大学リハビリテーション医学教室

## 要旨

Arai N, Abe Y, Metani H, Hiraoka T, Hanayama K. Effect of cranioplasty on FIM in patients with severe cerebral infarction after cerebral decompression. Jpn J Compr Rehabil Sci 2023; 14: 33–38.

【目的】開頭減圧術を施行された重症脳梗塞患者における、頭蓋形成術前後の回復期リハビリテーション病棟（回りハ）での Functional Independent Measure (FIM) の変化を観察し、頭蓋形成術が機能的にどのような影響を与えるのかを検討すること。

【方法】研究デザイン：単施設での後方視的コホート研究。

【結果】観察期間中に当院で脳梗塞後に開頭減圧術を施行された症例は、55 例で、対象は 6 症例となった。頭蓋陥凹を認めた 2 症例は、頭蓋形成術直前の 1 か月の FIM 変化が停滞していたが、頭蓋形成術直後 1 か月で FIM が再上昇した。その中でも運動項目の移動・移乗項目の上昇が大きかった。

【考察】開頭減圧術を施行された重症脳梗塞患者における回りハでの能力向上に頭蓋形成術は良い影響を与え、その中でも移動・移乗項目に大きく関与する可能性がある。

**キーワード：**開頭減圧術，重症脳梗塞，頭蓋形成術，FIM

## はじめに

外傷や脳卒中による重度の脳損傷に対する治療の一つとして、開頭減圧術がある。2016 年、The Randomized Evaluation of Surgery with Craniectomy for Uncontrollable Elevation of Intracranial Pressure (The RESCUEicp trial：国際・多施設・parallel-group・優越性試験・RCT) が行われ、開頭減圧術は保存的加療と比較し 6 か月後の死亡率を低下させ、機能的予後は同等ないし低下させることが報告された [1]。つまり、

開頭減圧術を実施することで重度の脳損傷患者が生き残る結果となり、重度の脳損傷患者に対するリハビリテーションのニーズが高まることを予見させる。

開頭減圧術後には多くの場合、頭蓋形成術が行われる。頭蓋形成術は身体機能や認知機能に影響を与える可能性があると考えられつつあり、開頭減圧術後のリハビリテーションを考える場合、その機能的影響も検討する必要がある。頭部外傷や脳出血、くも膜下出血を含む重度の脳損傷に対する頭蓋形成術の機能障害への影響について多くの報告がなされてきた [2-7]。しかし、これらの報告は、頭蓋形成術 1～2 週間後での変化を対象としており中長期的な影響を検討したものではない。

いくつかのランダム化比較試験では、重度の脳損傷の中で、脳梗塞に限れば 96 時間未満に行われた開頭減圧術は、生命予後および日常生活活動能力の改善が期待できると報告している [6-9]。つまり、重度の脳損傷の中でも、脳梗塞による脳損傷後の開頭減圧術の機能的影響は、その他の原因に伴う重度の脳損傷とは異なるかもしれない。また重症脳梗塞患者に対して行われた開頭減圧術後の頭蓋形成術が、中長期的に、どのような機能的影響を与えるかについて検討した報告はない。

この研究の目的は、開頭減圧術を施行された脳梗塞患者における、頭蓋形成術後の回復期リハビリテーション病棟（以下回りハ）での FIM 変化を観察し、回復期での機能改善に頭蓋形成術がどのような影響を与えるのかを検討することである。

## 方法

## 1. 対象

2010 年 1 月 1 日～2020 年 3 月 15 日の間に、当院で開頭減圧術を施行され、かつ頭蓋形成術前または頭蓋形成術後で回りハ入院した初発脳梗塞患者。

組み入れ基準として、病前 modified Rankin Scale (mRS) が 0 または 1、年齢は 20 歳以上とした。

除外基準は入院期間中に頭蓋形成術前後で向精神薬や抗認知症薬などの主要効果として認知機能に影響を与える可能性がある薬剤の変更があったもの、頭蓋形成術の合併症を併発したもの、開頭減圧術または頭蓋形成術以外に手術を行ったもの（シャント術を含む）、水頭症を併発したもの、頭蓋形成術前の回りハ入院時に FIM が 108 点以上あったものとした。

著者連絡先：新井伸征

川崎医科大学リハビリテーション医学教室  
〒701-0192 岡山県倉敷市松島 577

E-mail：dodobiyan@med.kawasaki-m.ac.jp

2022 年 10 月 27 日受理

利益相反：開示すべき利益相反はありません

## 2. 調査項目

上記の対象例について診療録を調査した。年齢、性別、病前の活動性 (mRS)、開頭減圧術前の Glasgow Coma Scale (GCS)、入院時 National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS)、閉塞動脈、チャールソン併存疾患指数、既往疾患、開頭減圧術の部位 (左右)、発症日時、開頭減圧術の実施日時、頭蓋形成術の実施の有無、頭蓋形成術の実施日、頭蓋形成術に使用した材料、頭蓋形成術直前の頭部 CT 画像、術後合併症、開頭減圧術と頭蓋形成術以外に行われた手術の有無、回りハ入棟の有無、頭蓋形成術前の回りハ入棟日と退棟日、頭蓋形成術後の回りハ入棟日と退棟日、FIM、入院中の内服薬。

## 3. 分析

対象例が少数であったため、それぞれの症例ごとに観察期間中の FIM の時系列的变化をグラフ化し、頭蓋形成術の影響を考察した。

## 結果

観察期間中に当院で開頭減圧術を施行された症例は、55 例であり、その中で頭蓋形成術を施行された

症例は 30 例、頭蓋形成術前後で回りハに入棟した症例は、11 例であった。11 例中、薬剤変更のあった症例が 1 例、薬剤変更されており水頭症を合併した症例が 1 例、頭蓋形成術後の合併症 (脳膿瘍、敗血症) を発症した症例が 2 例、薬剤変更されており頭蓋形成術以外の手術 (大動脈解離) を施行された症例が 1 例、頭蓋形成術前に回りハに入棟時 FIM が 108 点以上の症例は 0 例であり、対象症例は 6 例となった (図 1)。

対象の年齢は 43~72 歳 (中央値 63 歳)、発症から入棟までの期間は 24~63 日 (中央値 32.5 日)、回復期入棟時の FIM は 18~44 (中央値 27)、発症から頭蓋形成術までの期間は、78~135 日 (中央値 82.5 日) であった。各症例の臨床的特徴を表 1 に示す。また、各症例の発症からの日数と FIM 総合得点の関係を図 2 に示した。また、症例 3, 5 は、頭蓋形成術直前では皮弁の陥凹を認め、その他の症例では皮弁の陥凹は明らかではなかった (図 3)。症例 3 と症例 5 の FIM の頭蓋形成術直前および直後の回りハでの FIM の変化は、頭蓋形成術直前一か月ではほとんど認めていなかったが、頭蓋形成術直後の 1 か月では FIM の明らかな上昇を認め、その中でも運動項目の移動・移乗項目の上昇が大きかった (表 2)。

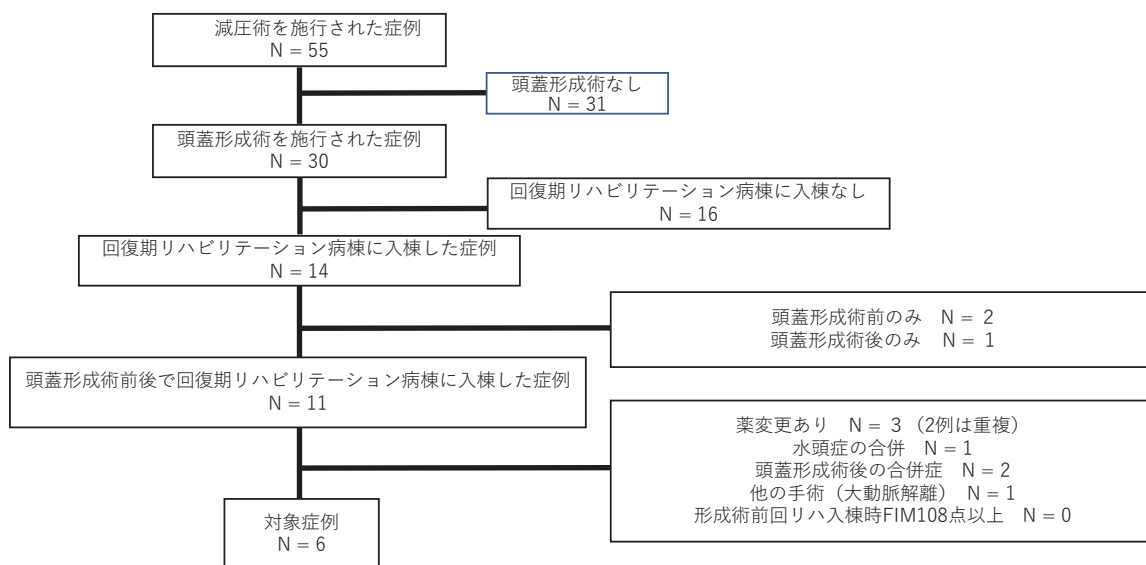


図 1. 対象者選別のフローチャート

表 1. 対象症例の臨床的特徴 (N=6)

症例	性別	年齢	閉塞動脈	開頭減圧術までの時間	NIHSS	チャールソン併存疾患指数	使用材料	発症から入棟までの期間 (日)	開頭減圧術から頭蓋形成術までの期間 (日)
1	男	63	左内頸動脈	48 時間未満	14	0	自家骨	18	84
2	男	63	左中大脳動脈	48 時間未満	21	0	人工骨	34	81
3	女	43	左中大脳動脈	48 時間未満	24	0	自家骨	44	135
4	男	72	左内頸動脈	48 時間未満	24	2	人工骨	29	79
5	男	66	右中大脳動脈	48 時間以上 96 時間未満	16	2	自家骨	22	78
6	男	63	右内頸動脈	48 時間未満	27	4	人工骨	28	100

※ National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS)

※回復期リハビリテーション病棟 (回りハ)

※ Functional Independent Measure (FIM)

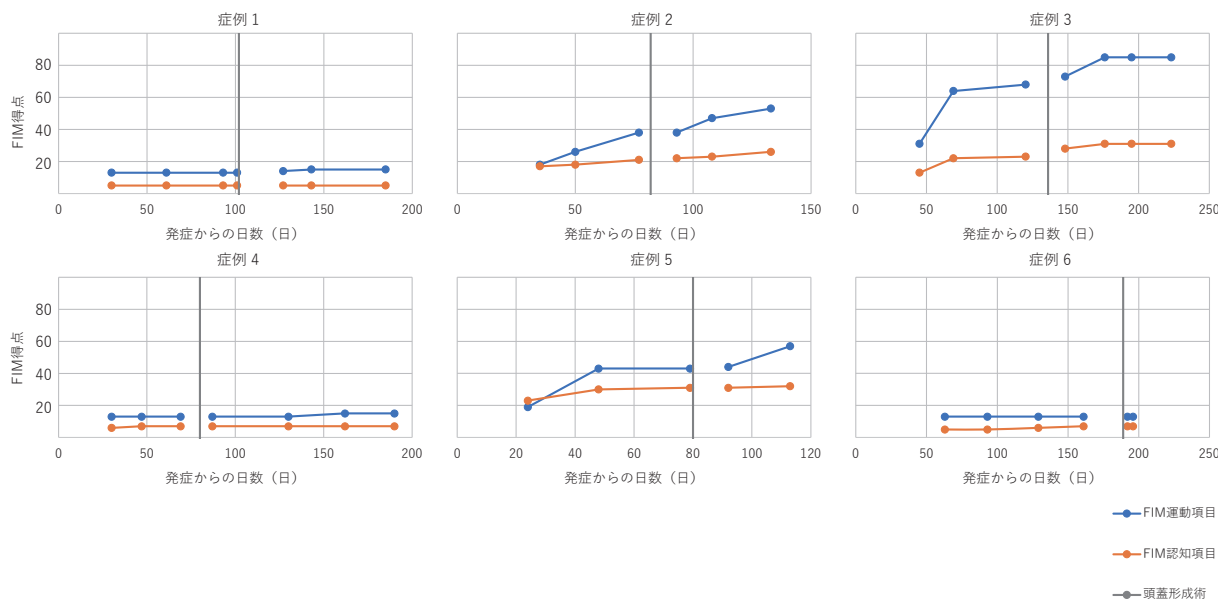


図 2. 全症例の FIM 総合得点と発症からの日数

症例 1, 4, 6 は、頭蓋形成術前後とも大きな FIM 得点の変化はない。

症例 2 では、頭蓋形成術前では FIM 得点は上昇が持続し、頭蓋形成術後も FIM の上昇が持続している。頭蓋形成術直前の FIM 効率と頭蓋形成術直後の FIM 効率は、頭蓋形成術直後の方が 0.11 大きい。また FIM 得点が大きく改善する時期に頭蓋形成術が重なった可能性がある。症例 3 と症例 5 は頭蓋形成術前には、FIM 得点の上昇はいったん停滞するが、頭蓋形成術後には再度 FIM 得点が増加している。

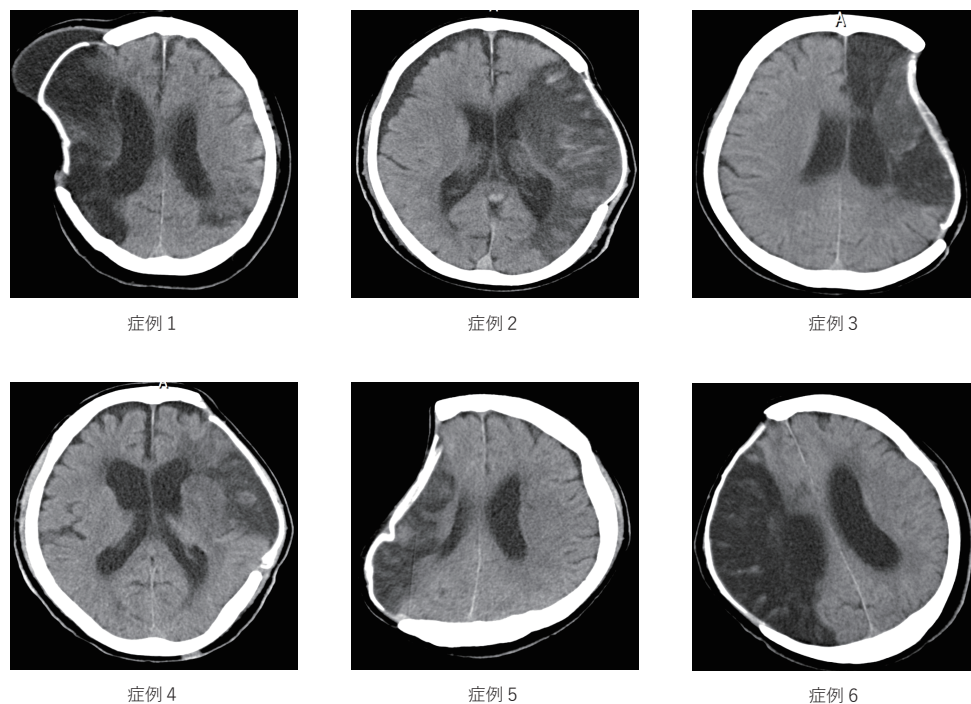


図 3. 頭蓋形成術直前の頭部 CT 画像

症例 3, 症例 5 は明らかに頭蓋内圧は大気圧よりも低く、それ以外は大気圧よりも頭蓋内圧が高いか、同程度であることが観察される。

考察

今回の手術例は、24 時間未満および 96 時間以上経過した後に開頭減圧術を施行した症例はなかった。

高齢者も含め脳梗塞発症から、48 時間未満での開頭減圧術の実施は、良好な転帰をもたらす。96 時間以上経過した後の開頭減圧術は不良な転帰となりやすいことは知られている [6-9]。また近年、24 時間未満

表 2. 6 症例の頭蓋形成術直前後の FIM 変化

症例	頭蓋形成術前1か月の FIM 変化全体 (運動項目：認知項目)	頭蓋形成術後1か月の FIM 変化全体 (運動項目：認知項目)	頭蓋形成術前1か月の 運動項目 FIM 利得 (セルフケア：移動 および移乗)	頭蓋形成術後1か月の 運動項目変化 (セルフケア：移動 および移乗)	頭蓋形成術前1か月の FIM 効率 (運動項目：認知項目)	頭蓋形成術後1か月の FIM 効率 (運動項目：認知項目)
1	18⇒18 (13⇒13：18⇒21)	19⇒20 (14⇒15：5⇒5)	0 (0：0)	1 (1：0)	0.00 (0.00：0.00)	0.06 (0.06：0.00)
2	44⇒59 (26⇒38：18⇒21)	60⇒70 (38⇒47：22⇒23)	12 (8：4)	9 (5：4)	0.56 (0.45：0.11)	0.67 (0.60：0.07)
3	86⇒91 (64⇒68：22⇒23)	101⇒116 (73⇒85：28⇒31)	4 (1：3)	13 (2：11)	0.10 (0.08：0.02)	0.54 (0.43：0.09)
4	20⇒20 (13⇒13：7⇒7)	20⇒20 (13⇒13：7⇒7)	0 (0：0)	0 (0：0)	0.00 (0.00：0.00)	0.00 (0.00：0.00)
5	73⇒74 (43⇒43：30⇒31)	75⇒89 (44⇒57：31⇒32)	0 (0：0)	13 (5：8)	0.03 (0.00：0.03)	0.67 (0.62：0.15)
6	19⇒20 (13⇒13：6⇒7)	20⇒20 (13⇒13：7⇒7)	1 (0：1)	0 (0：0)	0.03 (0.00：0.03)	0.00 (0.00：0.00)

※ Functional Independent Measure (FIM)

での開頭減圧術の施行が機能的に良好な転帰を取るとの報告も認める [10]。24 時間未満および 96 時間以上経過した後に開頭減圧術を施行した症例はなく、開頭減圧術の実施時期における機能的予後の影響はないと考える。

症例 1, 4, 6 は、発症からの退院および転院までの期間での FIM 上昇は小さく、頭蓋形成術の影響については、はっきりしなかった。しかし、いずれの症例も頭蓋形成術後に FIM が低下していなかったこと、3 症例中、2 症例は頭蓋形成術直前の 1 か月よりも頭蓋形成術直後 1 か月の方が FIM は上昇しているため、頭蓋形成術は悪影響を及ぼすことはないと考えられる。

症例 2 については、頭蓋形成術直前 1 か月でも頭蓋形成術直後 1 か月でも FIM の明らか上昇を認めている。これが頭蓋形成術の影響なのか、たまたま頭蓋形成術の時期と能力が向上する時期が一致したためなのかははっきりしない。しかし、頭蓋形成術直後 1 か月で、FIM 効率が頭蓋形成術直前 1 か月の FIM 効率よりも高いことから、やはり頭蓋形成術は回りハでの能力向上に悪影響を与えていないものと考えられる。

図 2 のグラフを見ると、症例 3 と症例 5 は、頭蓋形成術食前 1 か月は、その前 1 か月と比較し FIM 効率は低下しており、頭蓋形成術前に FIM の上昇はプラトーに達しているように思われる。しかし、頭蓋形成術直後 1 か月では、FIM 効率は明らかに頭蓋形成術直線 1 か月よりも上昇している。これらの症例では、頭蓋形成術は明らかに FIM 上昇に良い影響を与え、認知項目よりも運動項目、とくに移動・移乗の項目に良い影響を与えたと考えられる (表 2)。

図 3 から症例 3, 5 の頭蓋形成術直の頭部 CT 画像は、頭蓋骨欠損部位が陥凹しており、頭蓋内圧は大気圧よりも低いことが推察される。近年、開頭減圧術後の中期合併症としてトレフィン症候群が注目されつつある。トレフィン症候群は、頭蓋骨欠損が原因で起こる、頭痛、めまい、頭蓋骨欠損部位の痛みおよび不快感、めまい、気分の変動、能力低下である。トレフィン症候群は、開頭減圧後数週間から数か月後で頭痛や運動機能障害などの症状があり、骨形成術直後に顕著に改善する症候群である [5, 11]。Kimberly ら [12] は、2016 年のトレフィン症候群のシステマティック

レビューで、その特徴を開頭減圧術後の数週間から数か月後に症状が出現する、損傷部位と関係なく症状は出現する、頭蓋形成術後に臨床的な機能改善を認めるとした。このように頭蓋骨欠損は頭蓋内圧調整に悪影響を与え、頭蓋形成術はその悪影響を取り除くことは言われている。図 3 から症例 3, 5 の頭蓋形成術直の頭部 CT 画像は、頭蓋骨欠損部位が陥凹しており、頭蓋内圧は大気圧よりも低いことが推察される。頭蓋骨欠損に伴う頭蓋内圧調整障害が脳梗塞患者の回りハでの機能改善に悪影響を与え、頭蓋形成術前の機能改善を阻害しており、頭蓋形成術を施行することが、その直後だけではなく、回りハにおける機能改善訓練に良い影響を与えた可能性があったと考えられる。

頭蓋形成術の頭蓋内圧調整の改善は、また症例 3 と症例 5 の NIHSS とチャールソン並存疾患指数は、それぞれ 24 と 16, 0 と 2 となっているので、発症時の重症度や並存疾患には、頭蓋形成術の影響は寄与する可能性はない可能性がある。

この研究は、後方視的研究であるため、さまざまな制約がある。開頭減圧術を実施される場合重症な例が多く、合併症を発生しやすかったこと、認知機能への影響を考慮し中枢系の内服の変更があった症例を除外することとしたため、対象群のサンプル数は、非常に少なくなった。そのため、症例ごとに FIM の時系列変化を観察することにより、開頭減圧術を実施された重症脳梗塞患者に対する回りハでの頭蓋形成術の機能的な影響について検討し、中長期的にも機能的に良い影響を与える可能性があることを示した。また並存疾患や発症時の重症度に関わらず、頭蓋形成術直前の頭部 CT で頭蓋欠損部の陥凹が認められる症例では、頭蓋形成術直前の FIM 上昇が停滞したとしても頭蓋形成術直後に FIM の上昇が、特に移動移乗項目で認められる可能性があることを示し、回りハでの転帰予測の有用な情報を提供することができた。選択バイアスが問題となるが、開頭減圧術を実施された重症脳梗塞患者に対する頭蓋形成術の機能的な影響についての前向きランダム化比較試験は実施されておらず、頭蓋形成術が中長期的にも良い影響を与える可能性があることを示したことは、今後、頭蓋形成術の機能的影響を特定する前向き研究を行う際の有益な情報を与えたとと思われる。

## 結論

開頭減圧術を施行された脳梗塞患者における、頭蓋形成術前後の回りハでのFIMの変化を観察し、頭蓋形成術が回りハで機能的にどのような影響を与えるのかを検討した。並存疾患や発症時の重症度に関わらず、頭蓋形成術直前にFIM上昇が停滞した症例でも、頭蓋形成術直前の頭部CT画像で頭蓋骨欠損部の陥凹を認める症例では、頭蓋形成術後の回りハでFIM、とくに移乗項目が再度上昇する可能性があることを示した。

## 文献

1. Hutchinson PJ, Koliakos AG, Timofeev IS, Corteen EA, Czosnyka M, Timothy J, et al; RESCUEicp Trial Collaborators. Trial of decompressive craniectomy for traumatic intracranial hypertension. *N Engl J Med* 2016; 375: 1119–30.
2. Di Stefano C, Rinaldesi ML, Quinquinio C, Ridolfi C, Vallasciani M, Sturiale C, et al. Neuropsychological changes and cranioplasty: a group analysis. *Brain Inj* 2016; 30: 164–71.
3. Di Stefano C, Sturiale C, Trentini P, Bonora R, Rossi D, Cervigni G, et al. Unexpected neuropsychological improvement after cranioplasty: a case series study. *Br J Neurosurg* 2012; 26: 827–31.
4. Jasey N, Ward I, Lequerica A, Chiaravalloti ND. The therapeutic value of cranioplasty in individuals with brain injury. *Brain Inj* 2018; 32: 318–24.
5. Grant FC, Norcross NC. Repair of cranial defects by cranioplasty. *Ann Surg* 1939; 110: 488–512.
6. Zhao J, Su YY, Zhang Y, Zhang YZ, Zhao R, Wang L, et al. Decompressive hemicraniectomy in malignant middle cerebral artery infarct: a randomized controlled trial enrolling patients up to 80 years old. *Neurocrit Care* 2012; 17: 161–71.
7. Hofmeijer J, Kappelle LJ, Algra A, Amelink GJ, van Gijn J, van der Worp HB. Surgical decompression for space occupying cerebral infarction (the hemicraniectomy after middle cerebral artery infarction with life-threatening edema trial [HAMLET]): a multicentre, open, randomised trial. *Lancet Neurol* 2009; 8: 326–33.
8. Jüttler E, Schwab S, Schmiedek P, Unterberg A, Hennerici M, Woitzik J, et al. Decompressive surgery for the treatment of malignant infarction of the middle cerebral artery (DESTINY): a randomized, controlled trial. *Stroke* 2007; 38: 2518–25.
9. Vahedi K, Vicaut E, Mateo J, Kurtz A, Orabi M, Guichard JP, et al. Sequential-design, multicenter, randomized, controlled trial of early decompressive craniectomy in malignant middle cerebral artery infarction (DECIMAL trial). *Stroke* 2007; 38: 2506–17.
10. Shah A, Almenawer S, Hawryluk G. Timing of decompressive craniectomy for ischemic stroke and traumatic brain injury: a review. *Front Neurol* 2019; 10: 11.
11. Yamaura A, Sato M, Meguro K, Nakamura T, Uemura K. [Cranioplasty following decompressive craniectomy--analysis of 300 cases (author's transl)]. *No Shinkei Geka* 1977; 5: 345–53. In Japanese.
12. Ashayeri K, M Jackson E, Huang J, Brem H, Gordon CR. Syndrome of the trephined: a systematic review. *Neurosurgery* 2016; 79: 525–34.