

区分； 原著

題名； 主幹動脈閉塞による急性期脳梗塞に対する Penumbra system を用いた血栓回収療法の有効性

著者名； 南 浩昭¹⁾、岡田崇志¹⁾、櫻井靖夫¹⁾、松本洋明¹⁾、増田 敦¹⁾、富永正吾¹⁾、
宮地勝也¹⁾、山浦郁也¹⁾、平田 温²⁾、吉田泰久¹⁾

所属機関名； 榮昌会吉田病院 附属脳血管研究所 脳神経外科¹⁾、神経内科²⁾

連絡著者；南 浩昭

所属機関・部署； 榮昌会吉田病院 附属脳血管研究所 脳神経外科

住所； 神戸市兵庫区大開通 9-2-6

電話； 078-576-2773

FAX； 078-577-2792

E-mail； h-minami@yoshida-hp.or.jp

Key words: mechanical thrombectomy, Penumbra system, acute ischemic stroke, large vessel occlusion.

『本論文を、日本脳神経血管内治療学会機関誌「Journal of NeurovascularTherapy（脳神経血管内治療）」に投稿するにあたり、筆頭著者、共著者によって、国内外の他雑誌に掲載ないし投稿されていないことを誓約致します。』

和文要旨

1
2 目的 ; 主幹動脈閉塞による急性期脳梗塞例に対する Penumbra
3 system (PS) を用いた血栓回収療法の有効性につき検討した。
4 対象 : 2012年1月から2015年までに、PSによる血栓回収を行っ
5 た脳梗塞 43例 (平均年齢 76.6才、女性 24例)。治療終了時の
6 Thrombolysis in Cerebral Infarction (TICI) scale 2bまたは3を
7 良好な再開通、退院時または発症3ヵ月後の modified Rankin scale
8 (mRS)スコア 0-2を転帰良好と定義した。結果 ; 発症から来院まで
9 の時間 (中央値) は63分、来院から rt-PA 開始まで61分、発症か
10 ら再開通まで263分、動脈穿刺から再開通までは73分であった。
11 良好な再開通は62.8%、転帰良好例は30.2%で得られた。治療合併
12 症は14.0%に認められた。転帰良好を予測する因子は治療前 MRI
13 における DWI-ASPECTS、動脈穿刺から再開通までの時間、良好な
14 再開通を予測する因子は発症から動脈穿刺までの時間であった。手
15 技では ADAPT 導入前後の比較において導入後に手技時間が短縮さ
16 れ再開通率が上昇していた。また第一世代・MAX シリーズ・
17 5MAX-ACE の各世代の比較ではデバイスの進歩に伴い手技に要し
18 た時間の短縮、再開通率と転帰の改善がみられた。
19 結論 ; PS を用いた血栓回収療法では虚血範囲、手技に要した時間が
20 転帰に関与し、治療時間の短縮、再開通率と転帰の改善にはデバイ
21 スの改良と ADAPT 導入の関与が示唆された。

22

23

24

緒言

1
2 急性期脳梗塞に対する血管内治療は複数デバイス時代を迎え、ラン
3 ダム化比較試験により、recombinant tissue plasminogen activator
4 (rt-PA)静注療法を含む内科治療に加え、主にステントリトリーバー
5 を用いた血栓回収療法を行うことの有効性が示された¹⁻⁵⁾。
6 本邦では血栓除去デバイスとしてステントリトリーバーに先行して
7 Merci retriever (Stryker Neurovascular, Mountain View, CA, USA)
8 と Penumbra system (Penumbra, Alameda, CA, USA) が順に認可
9 された。⁶⁾、⁷⁾、⁸⁾ Penumbra system は第一世代シリーズが 2011
10 年に日本で承認され、以後 MAX シリーズおよび 5MAX-ACE が導入
11 されることにより、カテーテル径の拡張による回収能とより柔軟な
12 カテーテルによる誘導性の改善が得られてきた⁶⁾。手技的には初期
13 の separator を用いた血栓吸引単独の方法から、forced suction
14 thrombectomy⁷⁾ , ADAPT (a direct aspiration first pass
15 technique)⁸⁾ といった血栓吸引と回収を組み合わせた方法へ発展し
16 てきた。我々は当院にて施行した急性期脳梗塞に対する Penumbra
17 system を用いた血管内治療(血栓回収療法)の有効性につき後方視
18 的に検討をしたので報告する。

対象と方法

19
20 対象は 2012 年 1 月から 2015 年 12 月までに当院にて血栓回収療法
21 を行った脳主幹動脈閉塞による急性期脳梗塞 57 例中、Penumbra
22 system を用いた連続 43 例である。この期間は複数の device が選択
23 可能であり 6 例に Merci retriever を、8 例にステントリトリーバー
24 をそれぞれ単独で使用し、Penumbra 使用 43 例中 3 例で rescue 目

1 的にステントリトリーバーを併用した。Device の選択に明確な基準
2 は設定していなかったが、Merci retriever は合併症率が高く、早期
3 に使用を終了した。またステントリトリーバーは血栓に至るまでの
4 血管走行に強い屈曲部が存在する場合や M2 を含む遠位に血栓が存
5 在する症例では原則として選択しなかった。年齢は 45-92 才、平均
6 76.6 ± 9.8 才 (mean \pm standard deviation [SD])、男性 19 例 (44.2%)・
7 女性 24 例 (57.1%)。初診時の Glasgow Coma Scale (GCS) は中央
8 値および Interquartile range (IQR) で 11.5 (10-14)、National
9 Institute of Health Stroke Scale (NIHSS) は 16 (12-20)、
10 Diffusion-Weighted Imaging-Alberta Stroke Program Early
11 Computed Tomographic Score (DWI-ASPECTS) は 7 点 (6-9) であ
12 った。診断時の閉塞部位は内頸動脈 9 例 (20.9%)、中大脳動脈 M1
13 近位部 16 例 (37.2%)・遠位部 8 例 (18.6%)、中大脳動脈 M2 部 9
14 例 (20.9%)、後大脳動脈 1 例 (2.3%) であった (Table 1)。当院に
15 おける主幹動脈閉塞による急性期脳梗塞に対する血行再建療法の治
16 療指針は以下のとおりである。神経症状は NIHSS により評価し原
17 則として 5 点以上の症例を適応とした。rt-PA 適応については rt-PA
18 (アルテプラゼ) 静注療法適正治療指針を遵守し、①「禁忌」に
19 該当する場合、②「慎重投与」20 項目のうち年齢を除く 19 項目中
20 3 項目以上に該当する場合、③発症後 3~4.5 時間に投与開始する症
21 例では上記条件②に該当する場合、または「慎重投与」の下線付き
22 4 項目中の年齢を除く 3 項目 (脳梗塞既往に糖尿病合併、NIHSS \geq
23 26、経口抗凝固薬投与中) のうち 2 項目以上に該当する場合に適
24 応外とした。診断は MRI (DWI/ fluid attenuated inversion

1 recovery(FLAIR))、頸部・頭蓋内 MRA を用いて行い、
2 DWI-ASPECTS5 点以下のものは rt-PA・血管内手術とも適応外とし
3 た。なおペースメーカー植え込みの 1 例のみ CT を施行し ASPECTS
4 で評価した。発症から 4.5 時間以内の場合、rt-PA の適応があれば、
5 まず rt-PA 静注を開始し血管撮影室へ移動する。大腿動脈穿刺を行
6 って血管撮影を施行し再開通がなければ血栓回収療法を施行した。
7 rt-PA の適応がない場合、または発症から 8 時間以内であれば直接
8 血栓回収療法を施行した。良好な再開通は治療終了時に
9 thrombolysis in cerebral infarction (TICI) scale で 2b または 3 の
10 再灌流、転帰良好は発症 3 ヶ月後または退院時の modified Rankin
11 scale (mRS) ≤ 2 と定義した。手技については separator 群と ADAPT
12 群の 2 群に分類して検討した。2014 年 1 月から 2 月が separator
13 から ADAPT への移行期にあたり、どちらの方法も試みた症例では
14 より有効に血栓回収を行えた群へ分類した。デバイスについては
15 最も有効に血栓回収に関与したデバイスを使用デバイスと定義し、
16 サイズにより第一世代 (054)群、5MAX 群、ACE 群 (5MAX-ACE)
17 の 3 群に分類して検討した。第一世代(041)群、4MAX 群はいずれ症
18 例が少なく、また第一世代(032)群と 3MAX 群は 032 による血栓回
19 収例がなかったため比較検討は行わなかった。各デバイスの使用期
20 間は第一世代 Penumbra が 2012 年 1 月から 2013 年 5 月まで、MAX
21 シリーズが 2013 年 7 月から 2015 年 8 月まで、5MAX-ACE は 2015
22 年 2 月以降で使用した。なお 2015 年 2 月から 8 月までは
23 4MAX/3MAX は使用したが 5MAX の使用はなく、大口径が必要な場
24 合には全て 5MAX-ACE を使用した。デバイスの選択は可能な限り

1 大口径の使用を原則としたが閉塞部位と血管径により適宜変更した。
2 統計学的検討は2群間では Mann-Whitney's U test、3群間以上で
3 は Kruskal-Wallis test を用い、良好な再開通と転帰を予測する因
4 子についてはロジスティック回帰分析による多変量解析を用いて検
5 討した。

6 結果

7 発症から来院までの時間（中央値）は63分、来院から血管内治
8 療開始（動脈穿刺）までは119分、発症から再開通までは263分、
9 動脈穿刺から再開通までは73分であった。診断時と比較して血
10 管撮影時に閉塞部位が遠位に変化したものは5例で、いずれも
11 rt-PA 投与例であった。併用した手技はステントリトリーバーに
12 による血栓回収3例、ウロキナーゼ動注4例、経皮的血管形成術1
13 例、頸動脈ステント留置術1例であった。ステントリトリーバー・
14 ウロキナーゼ動注は rescue 目的に使用し、ステントリトリーバー
15 による血栓回収はすべて不成功に終わり、ウロキナーゼ動注は1
16 例にて有効であったがTICI scale に影響は与えなかった。経皮的
17 血管形成術は血栓除去により再開通は得られたがアテロームによ
18 る狭窄が残存していたために施行し、頸動脈ステント留置術は頸
19 動脈狭窄に対して血栓回収に先立って施行された。良好な再開通
20 （TICI2b-3）は27例（62.8%）で得られTICI 2bが16例（37.2%）、
21 TICI 3が11例（25.6%）であった。良好な再開通に関与した因
22 子は閉塞部位（ $P=0.027$ ）、発症から来院までの時間（ $P=0.042$ ）、
23 発症から動脈穿刺までの時間（ $P=0.036$ ）であった。良好な再開
24 通を目的変数とするロジスティック回帰分析による多変量解析で

1 は発症から動脈穿刺までの時間が良好な再開通を予測する因子で
2 あった (odds ratio, 0.90; 95% confidence interval, 0.84 to 0.98;
3 P=0.019)。

4 合併症は手技に伴う合併症は 6 例に認められ、症候性頭蓋内出血
5 となったものは中大脳動脈閉塞部の遠位に動脈瘤がありワイヤー
6 穿孔により破裂した 1 例 (2.3%) であった。転帰良好例 (発症 3
7 ヶ月後または退院時の mRS ≤ 2) は 13 例 (30.2%)、また 3 ヶ月
8 以内の死亡は急性間質性肺炎と敗血症の 2 例 (4.7%) であった。
9 良好な転帰に有意に関与した因子は DWI-ASPECTS (P=0.028)、
10 良好 (TICI2b/3) な再開通 (P=0.0096) と動脈穿刺から再開通ま
11 での時間 (P=0.0054) の 3 因子であった。転帰良好を目的変数と
12 したロジスティック回帰分析による多変量解析では
13 DWI-ASPECTS (odds ratio, 1.7; 95% confidence interval, 1.08
14 to 2.78; P=0.023)、動脈穿刺から再開通までの時間 (odds ratio,
15 0.97; 95% confidence interval, 0.94 to 0.99; P=0.039) が転帰良
16 好を予測する因子であった。

17 separator 群と ADAPT 群の比較 (Table 2) では動脈穿刺から再
18 開通までの時間に差は無かったが、40 分以内に良好な再開通が得ら
19 れた症例は 9.5%、27.3% で ADAPT 群に有意に多かった (P=0.0033)。
20 TICI2b 以上の再開通は 52.4%、72.7% で有意差はなかったが、TICI3
21 に限定すると 9.5%、40.9% で有意に ADAPT 群に多かった
22 (P=0.021)。転帰については両群間に差は無かった。

23 デバイス間の検討において第一世代 (054) 群、5MAX 群、ACE 群
24 では有意差はないが第一世代 (054) 群・5MAX 群と比較して ACE 群

1 で動脈穿刺から再開通までの時間が短縮していた。また再開通良好
2 例はTICI2b-3以上・TICI3のみもいずれも第一世代(054)群に比べ
3 MAX群・ACE群でより多く、転帰良好例の割合も第一世代(054)群、
4 5MAX群、ACE群の順に増加傾向であった (Table 3)。

5 考察

6

7 (1) 本研究における再開通および転帰良好の予測因子

8 本症例群における治療成績の解析からは良好な転帰に有意に関与し
9 た因子はDWI-ASPECTS、動脈穿刺から再開通までの時間、良好
10 (TICI2b-3)な再開通であった。多変量解析では転帰良好を予測す
11 る因子はDWI-ASPECTSと動脈穿刺から再開通までの時間の2因子
12 であった。また良好な再開通に関与した因子は閉塞部位、発症から来
13 院までの時間、発症から動脈穿刺までの時間であった。多変量解析
14 では良好な再開通を予測する因子は発症から動脈穿刺までの時間で
15 あった。この結果は虚血領域が狭く、短時間で再開通するものが転
16 帰良好であるという過去の報告からの見解と一致するものであった
17 ^{9,10)}。(2) Penumbra systemの治療成績とADAPTの導入による転帰
18 向上

19 Penumbra systemによる血栓回収療法の治療成績はTIMI2-3の再
20 開通が82-90.8%、mRS ≤ 2は25-34.9%、症候性頭蓋内出血11.2-14%
21 と報告されている^{9,11)}。またforced suction⁷⁾やADAPT technique⁸⁾
22 などseparatorを使用しないdirect aspirationによる血栓回収法が
23 手技時間の短縮と再開通率に関して有用な手段とされ、Kangら⁷⁾の
24 forced suctionとADAPT FAST STUDY⁸⁾ではそれぞれ穿刺から再開

1 通まで40.2分、36.6分、TICI2b-3の再開通は81.9%、78%、mRS ≤ 2
2 は45.5%、40%と報告されている。またseparatorを用いた従来法と
3 ADAPT法を比較した研究ではTICI2b-3はそれぞれ79%、95%、再開
4 通までの時間は88分、37分、転帰良好例は36%、47%でありADAPT
5 例の方が良好であった¹²⁾。このdirect aspiration法では血栓の遠位
6 にguidewireを通すことなく血栓を除去できることが大きな利点の
7 一つであると考えられる。本研究におけるseparator群とADAPT群
8 の比較検討からは転帰に差は無かったが、手技時間40分以内の良好
9 な再開通およびTICI3の再開通は有意にADAPT群に多く、ADAPTの
10 導入は手技時間の短縮と再開通率上昇に關与していると考えられた。

11 (3) Penumbra systemのデバイス改良による転帰向上

12 Penumbra systemの最新世代である5MAX-ACEの特徴は
13 trackabilityの向上によるdeliveryの容易性と広い先端部内腔とさ
14 れ⁶⁾、先端部内腔は初期型～MAXでは0.054インチ、5MAX-ACEでは
15 0.060インチとなり回収能が改善されてきた。5MAX-ACEの成績は
16 TICI 2b-3 が73%、再開通までの平均時間は46分、合併症なしとの
17 報告があり⁶⁾、5MAXと5MAX-ACEの比較検討では、穿刺から再開通
18 までの時間は37.7分：35.6分で差はないが、TICI3は40.9%：61.4%、
19 mRS 0-2は34%：50%で有意差はないが再開通率・転帰とも
20 5MAX-ACEで良好であったと報告されている⁸⁾。本症例群では初代
21 (054)群、5MAX群、ACE群において各時間・再開通・転帰について
22 比較検討を行った。いずれも有意差はなかったが初代(054)群・
23 5MAX群に対してACE群では手技時間が短く、再開通良好例は初代
24 (054)群に比べMAX群・ACE群でより多く、転帰良好例の割合は初

1 代 (054)群 < 5MAX群 < ACE群の順に増加しており、デバイスの進
2 歩が治療成績の向上に寄与していると推測された。

3 (4) 本研究の限界と今後の課題

4 。本研究は単一施設における検討であり非常に症例が少なく、解
5 析結果の信頼性を高めるためには今後更なる症例を重ねる必要があ
6 る。本研究からはPenumbra systemによる再開通および転帰良好の
7 予測因子が示され、時間短縮が大きな要因であることが再確認され
8 た。また有意ではなかったがPenumbra systemの改良とADAPTの導
9 入が手技時間・再開通率と転帰を改善させている可能性が示唆され
10 た。この結果には単に手法・デバイスの進歩だけではなく医療チー
11 ム全体の時間短縮への認識や術者のlearning curveといった要因の
12 影響も考慮しなければならない。また本症例群のover allの成績は
13 穿刺から再開通まで73分、TICI2b-3の再開通は62.8%、mRS ≤ 2は
14 30.8%、合併症は14.0%であり諸家と同等の成績には到達している
15 とは言えず、我々は技術的に改善の余地があることを認識しなけれ
16 ばならない。治療成績の向上を得るためにはtechniqueに習熟し、
17 デバイスを駆使して再開通率を高めること、時間短縮のための努力
18 をすることが重要であると考えられた。

19 結語

20 Penumbra systemを用いた急性期脳梗塞に対する血栓回収療法に
21 おいて良好な転帰を予測する因子は初診時のDWI-ASPECTSと動
22 脈穿刺から再開通までの時間、また良好な再開通を予測する因子は
23 発症から動脈穿刺までの時間であった。また手技・デバイスの進歩
24 に伴い、手技に要する時間は短縮し再開通率と転帰が良好となる傾

1 向が認められ、Penumbra system の改良と ADAPT の導入が治療成
2 績の改善に関与している可能性が示唆された。

3

4

5

利益相反の開示

6

7 筆頭著者および共著者全員が本論文に関連し開示すべき利益相反はあ
8 りません。

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

文献

- 1
2 1. Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, et al. MR CLEAN
3 Investigators. A randomized trial of intraarterial
4 treatment for acute ischemic stroke. N Engl J Med. 2015;
5 372: 11-20.
- 6 2. Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al. ESCAPE Trial
7 Investigators. Randomized assessment of rapid
8 endovascular treatment of ischemic stroke. N Engl J Med.
9 2015; 372: 1019-1030.
- 10 3. Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ, et al. EXTEND-IA
11 Investigators. Endovascular therapy for ischemic stroke
12 with perfusion-imaging selection. N Engl J Med. 2015;
13 372: 1009-1018.
- 14 4. Saver JL, Goyal M, Bonafe A, et al. SWIFT PRIME
15 Investigators. Stent-retriever thrombectomy after
16 intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. N Engl J Med.
17 2015; 372: 2285-2295.
- 18 5. Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, et al. REVASCAT Trial
19 Investigators. Thrombectomy within 8 hours after
20 symptom onset in ischemic stroke. N Engl J Med. 2015;
21 372: 2296-2306.
- 22 6. John S, Hussain MS, Toth G, et al. Initial Experience
23 Using the 5MAX™ ACE Reperfusion Catheter in

1 Intra-arterial Therapy for Acute Ischemic Stroke. J
2 Cerebrovasc Endovasc Neurosurg 2014; 16: 350-357.

3 7. Kang DH, Hwang YH, Kim YS, et al. Direct thrombus
4 retrieval using the reperfusion catheter of the penumbra
5 system: forced-suction thrombectomy in acute ischemic
6 stroke. Am J Neuroradiol 2011; 32: 283-287.

7 8. Turk AS, Frei D, Fiorella D, et al. ADAPT FAST study: a
8 direct aspiration first pass technique for acute stroke
9 thrombectomy. J Neurointerv Surg 2014; 6: 260-264.

10 9. The Penumbra Pivotal Stroke Trial Investigators. The
11 Penumbra Pivotal Stroke Trial: Safety and effectiveness
12 of a new generation of mechanical devices for clot removal
13 in intracranial large vessel occlusive disease. Stroke
14 2009; 40: 2761-2768.

15 10. Jansen O, Schellinger P, Fiebich J, et al. Early
16 recanalization in acute ischaemic stroke saves tissue at
17 risk defined by MRI. Lancet 1999; 353: 2036-2037.

18 11. Frei D, Gerber J, Turk A, et al. The SPEED study:
19 Initial clinical evaluation of the Penumbra novel 054
20 reperfusion catheter. J Neurointerv Surg 2013; 5: i74-76

21 12. Turk AS, Turner R, Spiotta A, et al. Comparison of
22 endovascular treatment approaches for acute ischemic
23 stroke: cost effectiveness, technical success, and clinical
24 outcomes. J Neurointerv Surg 2015; 7: 666-670.

Figure Legend

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Table 1
Baseline character and Factors related with favorable outcome
and successful reperfusion

*P<0.05
Location of occlusion in initial diagnosis was changed to more
distal site in four cases after intravenous administration of
rt-PA.

Abbreviations; GCS; Glasgow Coma Scale, IQR; Interquartile
range, NIHSS; National Institute of Health Stroke Scale,
DWI-ASPECTS;

Diffusion-Weighted Imaging-Alberta Stroke Program Early
Computed Tomographic Score, SAH; Subarachnoid hemorrhage

Table 2
Comparison of clinical results related with different procedures
in thrombectomy with Penumbra system

*P<0.05
Abbreviations; IQR; Interquartile range, TICI; Thrombolysis in
Cerebral Infarction, mRS; modified Rankin Scale

Table 3
Comparison of clinical results among 3 different generations of
Penumbra system in thrombectomy

1 *P<0.05

2 Abbreviations; IQR; Interquartile range, TICI; Thrombolysis in

3 Cerebral Infarction, mRS; modified Rankin Scale

4

Table 1 Baseline character and Factors related with favorable outcome and successful reperfusion

	mRS 0-2	mRS 3-6	p value	TICI 2b/3	TICI \leq 2A	p value	Total
Number of cases	13	30		27	16		43
Age (mean \pm standard deviation [SD])	76.9 \pm 11.3	76.5 \pm 9.3	0.701	78.6 \pm 9.1	73.3 \pm 10.2	0.061	76.6 \pm 9.8
Sex (M : F)	5 : 8	14 : 16	0.634	11 : 16	8 : 8	0.569	19 : 24
Median GCS (IQR)	13 (11-15)	11 (10-14)	0.069	11.5 (10-15)	12 (9.8-14)	0.555	11.5 (10-14)
Median NIHSS (IQR)	14 (12-17)	17 (12-23)	0.102	17 (14-21)	14 (11-20)	0.386	16 (12-20)
Location of occlusion # (initial diagnosis)			0.316			0.027*	
IC	1	8 (11)		2 (3)	7 (9)		9 (12)
M1 proximal	5 (6)	11 (9)		13	3 (2)		16 (15)
distal	2	6 (7)		5 (6)	3		8 (9)
M2	4 (3)	5 (3)		7 (5)	2 (1)		9 (6)
PCA	1	0		0	1		1
Etiology (%)			0.834			0.600	
Atheromatous	1 (7.7)	3 (10.0)		2 (7.4)	2 (12.5)		4 (9.3)
Embolic	12 (92.3)	27 (90.0)		25 (92.6)	14 (87.5)		39 (90.7)
Administration of tPA (%)	8 (61.5)	15 (50.0)	0.501	17 (63.0)	6 (37.5)	0.113	23 (53.5)
TICI 2b/3 (%)	12 (92.3)	15 (50.0)	0.0096*				27 (62.8)
DWI-ASPECTS	9 (7-10)	7 (5.3-8)	0.028*	7 (6-9)	7 (5-8.3)	0.518	7 (6-9)
Median Time, min (IQR)							
onset to door	54 (34-83)	70 (43-129)	0.316	56 (36-87)	110 (55-141)	0.042*	63 (41-128)
onset to needle	108 (98-119)	143 (111-170)	0.165	116 (100-165)	137 (110-158)	0.916	123 (103-163)
door to needle	58 (55-64)	63 (52-75)	0.974	61 (54-67)	57 (36-75)	0.462	61 (53-69)
onset to puncture	170 (153-232)	223 (154-259)	0.405	168 (150-236)	248 (202-273)	0.036*	210 (153-253)
door to puncture	118 (98-137)	119 (97-141)	0.774	120 (93-137)	118 (108-141)	0.645	119 (97-140)
onset to reperfusion	208 (194-300)	294 (233-408)	0.070	246 (197-303)	388 (308-467)	0.0065*	263 (204-369)
puncture to reperfusion	46 (34-68)	84 (67-136)	0.0054*	65 (40-79)	138 (93-169)	0.0022*	73 (41-113)
Complication (%)			0.454			0.851	
SAH	0	2		1	1		2 (4.7)
Thromboembolic	1	2		2	1		3 (7.0)
Puncture site	0	1		1	0		1 (2.3)

*P<0.05

Location of occlusion in initial diagnosis was changed to more distal site in four cases after intravenous administration of rt-PA.

Abbreviations: GCS; Glasgow Coma Scale, IQR; Interquartile range, NIHSS; National Institute of Health Stroke Scale, DWI-ASPECTS;

Diffusion-Weighted Imaging-Alberta Stroke Program Early Computed Tomographic Score, SAH; Subarachnoid hemorrhage

Table 2 Comparison of clinical results related with different procedures in thrombectomy with Penumbra system

	Separator	ADAPT	p-value
Number of cases	21	22	
Median Time, minute (IQR)			
onset to door	87 (46-133)	62 (40-100)	0.187
onset to needle	123 (99-155)	121 (105-179)	0.622
door to needle	55 (53-75)	63 (54-66)	0.758
onset to puncture	235 (185-288)	163 (130-235)	0.0041*
door to puncture	135 (117-161)	101 (84-124)	0.011*
onset to reperfusion	332 (213-424)	255 (176-322)	0.022*
puncture to reperfusion	74 (60-102)	69 (39-104)	0.260
TICI 2b/3(%)	11 (52.4)	16 (72.7)	0.177
TICI 3 (%)	2 (9.5)	9 (40.9)	0.021*
Reperfusion within 40 minutes (%)	2 (9.5)	6 (27.3)	0.0033*
mRS 0-2 (%)	6 (28.6)	7 (31.8)	0.831

*P<0.05

Abbreviations: IQR: Interquartile range, TICI: Thrombolysis in Cerebral Infarction, mRS: modified Rankin Scale

Table 3 Comparison of clinical results among 3 different generations of Penumbra system in thrombectomy

	Original (054)	5MAX	5MAX-ACE	p-value
Number of cases	6	14	9	
Median Time, minute (IQR)				
onset to door	117 (54-133)	91 (68-171)	41 (32-63)	0.065
onset to needle	168 (143-178)	150 (124-202)	126 (90-174)	0.779
door to needle	53 (46-59)	65 (55-74)	63 (46-79)	0.546
onset to puncture	255 (177-277)	248 (180-302)	153 (128-178)	0.033*
door to puncture	130 (119-167)	120 (97-137)	104 (87-118)	0.141
onset to reperfusion	391 (248-443)	286 (255-396)	209 (170-263)	0.038*
puncture to reperfusion	81 (65-151)	84 (55-111)	40 (32-85)	0.147
TICI 2b/3(%)	3 (50.0)	9 (64.3)	6 (66.7)	0.793
TICI 3 (%)	0	5 (35.7)	4 (44.4)	0.176
Reperfusion within 40 minutes (%)	0	2 (14.3)	3 (33.3)	0.239
mRS 0-2 (%)	1 (16.7)	3 (21.4)	4 (44.4)	0.399

*P<0.05

Abbreviations; IQR; Interquartile range, TICI; Thrombolysis in Cerebral Infarction, mRS; modified Rankin Scale