การศึกษาเปรียบเทียบผลการรักษาทางคลินิกของผู้ป่วยหลอดเลือดสมองตีบด้วยยาละลายลิ่มเลือดระหว่างโรงพยาบาลศูนย์กับโรงพยาบาลชุมชนในเครือข่ายจังหวัดสกลนครด้วยระบบการแพทย์ทางไกล

ปิยะพงษ์ พาพิทักษ์,
กิตติพศ ทัศนบรรยง

บทคัดย่อ

ความเป็นมา: การเข้าถึงการรักษาโรคหลอดเลือดสมองเฉียบพลันที่จำกัดทำให้เกิดความล่าช้าในการให้ยาละลายลิ่มเลือด (rtPA) ระบบโทรเวชกรรมหลอดเลือดสมอง (telestroke) ช่วยเพิ่มการเข้าถึงการใช้ยาในโรงพยาบาลชุมชน การศึกษานี้เปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาในโรงพยาบาลศูนย์สกลนครและผู้ที่ได้รับการรักษาผ่านระบบโทรเวชกรรมในเครือข่ายโรคหลอดเลือดสมองจังหวัดสกลนคร

วิธีการศึกษา: การศึกษาไปข้างหน้าเชิงพรรณนา (prospective cohort study) ระหว่างปี 2561-2567 วิเคราะห์ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเฉียบพลัน 457 ราย ที่ได้รับการรักษาด้วย rtPA ได้แก่ 262 รายที่โรงพยาบาลสกลนคร และ 195 รายที่โรงพยาบาลชุมชน ผลลัพธ์หลัก คือ อัตราการฟื้นตัวที่ดี (modified Rankin Scale, mRS 0-1) ใน 90 วัน ผลลัพธ์รอง ได้แก่ การฟื้นตัวภายใน 24 ชั่วโมง, การเกิดภาวะเลือดออกในสมองหลังให้ยา (PT-ICH), ระยะเวลาต่างๆ ในกระบวนการรักษา, และระยะเวลานอนโรงพยาบาล โดยใช้ แบบจำลองเชิงเส้นทั่วไป (generalized linear models) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราการฟื้นตัวที่ดีหลังให้ยาละลายลิ่มเลือด

ผลลัพธ์: กลุ่มโรงพยาบาลชุมชนมีอัตราการฟื้นตัวที่ดีสูงกว่า (74.36% เทียบกับ 57.2%; OR = 0.462, 95% CI: 0.31-0.69, p < 0.001), อัตราการฟื้นตัวหรืออาการดีขึ้นภายใน 24 ชั่วโมงสูงกว่ากลุ่มมาตรฐาน (84.1% เทียบกับ 72.14%; OR = 1.50, 95% CI: 1.14-1.99, p = 0.04), ไม่มีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติในอัตราการเสียชีวิต (3.1% เทียบกับ 4.6%; OR = 0.66, 95% CI: 0.24-1.79, p = 0.41) หรือภาวะเลือดออกในสมองแบบมีอาการ (4.6% เทียบกับ 7.3%, p = 0.152), กลุ่มโทรเวชกรรมมีระยะเวลานอนโรงพยาบาลสั้นกว่ากลุ่มมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ (5.09 ± 3.51 เทียบกับ 7.32 ± 6.57 วัน, p < 0.001)

ปิยะพงษ์ พาพิทักษ์, กิตติพศ ทัศนบรรยง
หน่วยประสาทวิทยา กลุ่มงานอายุรกรรม โรงพยาบาลสกลนคร
Piyapong Papitak, Kittipod Tussanabunyong
Division of neurology, Department of Medicine,
Sakon Nakhon Hospital

ผู้รับผิดชอบบทความ:
นาย ปิยะพงษ์ พาพิทักษ์
กลุ่มงานอายุรกรรม โรงพยาบาลศูนย์สกลนคร
1041 ถนนเรืองสวัสดิ์ ตำบลธาตุเชิงชุม
อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000
อีเมลล์: Piyapong.Papitak@gmail.com 0831480923

รับต้นฉบับ 10 มีนาคม 2568, ปรับปรุงต้นฉบับ 17 มีนาคม 2568, ตอบรับต้นฉบับตีพิมพ์ 21 มีนาคม 2568

ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการฟื้นตัวที่ดี ได้แก่ อายุน้อยกว่า 60 ปี (RR = 3.19, 95% CI: 2.93-34.94, p = 0.05), คะแนน ASPECTS สูงขึ้น (RR = 2.06, 95% CI: 1.39-3.04, p = 0.034), ระยะเวลาเริ่มมีอาการจนถึงมาโรงพยาบาล <60 นาที (RR = 8.78, 95% CI: 2.32-33.18, p < 0.001), การทำ mechanical thrombectomy (RR = 10.28, 95% CI: 1.42-8.6, p = 0.002), คะแนน NIHSS เริ่มต้นต่ำกว่า (RR = 0.70, 95% CI: 0.63-0.78, p = 0.002),ระยะเวลานอนโรงพยาบาลที่สั้นกว่า (RR = 0.81, 95% CI: 0.74-0.90, p < 0.001)

สรุป: การให้ยา rtPA ผ่านระบบโทรเวชกรรมในโรงพยาบาลชุมชนให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าเมื่อเทียบเท่ากับการรักษาในศูนย์โรคหลอดเลือดสมองโดยมีความปลอดภัยที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งควรสนับสนุนบทบาทของเทคโนโลยีนี้ในการเพิ่มการเข้าถึงการรักษาโรคหลอดเลือดสมองเฉียบพลันในพื้นที่ชนบทและโรงพยาบาลที่ไม่มีแพทย์เฉพาะทาง

คำสำคัญ: ยาละลายลิ่มเลือด, โทรเวชกรรมหลอดเลือดสมอง, โรงพยาบาลชุมชน

Abstract

Background: Limited access to specialized stroke care delays rtPA administration. Telestroke facilitates thrombolysis in community hospitals, improving access. This study compared outcomes between patients treated at a comprehensive stroke center and those treated via telemedicine in the Sakon Nakhon stroke network.

Methods: A prospective cohort study (2019-2024) analyzed 457 acute stroke patients treated with intravenous rtPA: 262 at Sakon Nakhon Hospital and 195 at community hospitals. The primary outcome was a favorable 90-day modified Rankin Scale (mRS 0-1). Secondary outcomes included 24-hour improvement, post-thrombolysis intracranial hemorrhage (PT-ICH), time metrics, and length of stay. Generalized linear models identified factors associated with favorable outcomes.

Results: The community hospital group had a higher rate of favorable outcomes (74.36% vs. 57.2%; OR = 0.462, 95% CI: 0.31-0.69, p < 0.001). Full recovery or improvement in the 24-hour group was also higher in the telestroke group (84.1% vs. 72.14%; OR = 1.50, 95% CI: 1.14-1.99, p = 0.04). Adjusted analyses showed no significant differences in mortality (3.1% vs. 4.6%; OR = 0.66, 95% CI: 0.24-1.79, p = 0.41) or symptomatic ICH (4.6% vs. 7.3%, p = 0.152). The telestroke group had a significantly shorter length of stay (5.09 ± 3.51 vs. 7.32 ± 6.57 days, p < 0.001).

Independent predictors of favorable outcomes included younger age (<60 years, adjusted RR = 3.19, 95% CI: 2.93-34.94, p = 0.05), ASPECTS score (adjusted RR = 2.06, 95% CI: 1.39-3.04, p = 0.034), onset-to-door time <60 min (adjusted RR = 8.78, 95% CI: 2.32-33.18, p < 0.001), mechanical thrombectomy (adjusted RR = 10.28, 95% CI: 1.42-8.6, p = 0.002), Lower initial NIHSS score (adjusted RR = 0.70, 95% CI: 0.63-0.78, p = 0.002), and shorter hospital stay (adjusted RR = 0.81, 95% CI: 0.74-0.90, p < 0.001). These findings suggest that rapid thrombolytic drugs, lower stroke severity, and shorter hospitalization than predicted better functional outcomes.

Conclusion: Telestroke for thrombolysis in community hospitals achieved comparable efficacy and similar safety to treatment at a stroke center, supporting its ability to expand acute stroke fast track access.

Keyword: rtpa, Telestroke, Community hospital

บทนำ

โรคหลอดเลือดสมองเป็นสาเหตุหลักของความพิการและการเสียชีวิตทั่วโลกรวมถึงประเทศไทย การรักษาที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในการจัดการโรคหลอดเลือดสมองตีบแบบเฉียบพลันคือการให้ยาละลายลิ่มเลือดทางหลอดเลือดดำ (rtPA)[1,2] ซึ่งมีประสิทธิภาพในการลดความรุนแรงของโรคและเพิ่มโอกาสในการฟื้นตัวหากได้รับภายใน 4.5 ชั่วโมงหลังเกิดอาการ[3,4] โดยจากสถิติของกระทรวงสาธารณสุขในปี พ.ศ. ใน ปี 2565 พบว่าประเทศไทยมีผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง จำนวน 349,126 ราย และเสียชีวิต 36,214 ราย[5] โดยมีพบว่าอุบัติการณ์โรคหลอดเลือดสมองขาดเลือด ปี 2564 เป็น 330.15 ต่อแสนประชากรที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป พบว่าาอัตราการเข้าถึงทางด่วนโรคหลอดเลือดสมองนั้นยังสูงไม่มาก มีเพียงร้อยละ 30-35 อัตราการได้รับยาละลายลิ่มเลือดของผู้ป่วยในประเทศไทยคือร้อยละ 7.38[6] ซึ่งการเข้าถึงการรักษาดังกล่าวยังคงเป็นความท้าทาย โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทที่ขาดแคลนแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบประสาทและทรัพยากรที่เพียงพอ

ระบบการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ได้รับการพัฒนาและนำมาใช้เพื่อเพิ่มการเข้าถึงการรักษาในพื้นที่ที่ขาดแคลนทรัพยากร โดยเฉพาะการรักษาผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่ต้องการการดูแลฉุกเฉินแบบเร่งด่วน เทคโนโลยีนี้ช่วยให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญสามารถให้คำปรึกษาและประเมินผู้ป่วยในโรงพยาบาลชุมชนผ่านการสื่อสารทางไกล ลดระยะเวลาในการตัดสินใจรักษา และเพิ่มโอกาสในการให้ยาละลายลิ่มเลือดได้ทันท่วงที หลักฐานจากการศึกษาหลายประเทศชี้ให้เห็นว่าระบบ Stroke Telemedicine or Telestroke ที่สามารถเพิ่มอัตราการใช้ rtPA และปรับปรุงผลลัพธ์ทางคลินิกได้อย่างมีนัยสำคัญ[7-9] อย่างไรก็ตาม ในบริบทของประเทศไทย ยังมีการศึกษาน้อยเกี่ยวกับประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของระบบนี้ โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทที่มีข้อจำกัดเฉพาะ

โรงพยาบาลสกลนครในฐานะศูนย์โรคหลอดเลือดสมองระดับภูมิภาค ได้จัดตั้งเครือข่ายบริการโรคหลอดเลือดสมองเฉียบพลัน (Stroke Fast Track Network) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 โดยเชื่อมโยงกับโรงพยาบาลชุมชนในพื้นที่จังหวัดสกลนคร ระบบดังกล่าวช่วยให้โรงพยาบาลชุมชนสามารถให้ยาละลายลิ่มเลือดได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านการสนับสนุนจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านประสาทวิทยาผ่านระบบ Telestroke การพัฒนาเครือข่ายดังกล่าวมีบทบาทสำคัญในการลดความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงการรักษาและเพิ่มประสิทธิภาพการดูแลผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในจังหวัด

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ทางคลินิกของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเฉียบพลันที่ได้รับการรักษาด้วย rtPA ระหว่างโรงพยาบาลสกลนครและโรงพยาบาลชุมชนในเครือข่ายที่ใช้ระบบ Telestroke เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการรักษาในบริบทของประเทศไทย รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อผลลัพธ์ที่ดีในการรักษาด้วยยา rtPA ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบบริการสุขภาพและนโยบายด้านโรคหลอดเลือดสมองในอนาคต

นิยาม

Primary effectiveness end point คือ การประเมินความพิการด้วย modified Rankin Scale (mRS)[10,11] เมื่อติดตามการรักษา 3 เดือนหลังได้รับยา rtPA แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ผลการรักษาที่ต้องการ (favorable outcome) คือ ไม่มีความพิการ ซึ่งประเมินจาก mRS 0-1[12] ผลการรักษาที่ไม่ต้องการ (unfavorable outcome) คือ มีความพิการ (disability) หรือเสียชีวิต ซึ่ง ประเมินจาก mRS 2-6 การประเมินความรุนแรงของโรคหลอดเลือดสมองตีบโดยประมาณจากการให้คะแนน NIHSS[13-15] แบ่งเป็น 4 ระดับดังนี้

- คะแนนมากกว่า 25 = very severe impairment
- คะแนน 15-24 = severe impairment
- คะแนน 5-14 = mild to moderately impairment
- คะแนนน้อยกว่า 5 = mild impairment

3. Stroke severity improvement โดยการประเมินการเปลี่ยนแปลง ของคะแนน NIHSS แรกรับที่ผู้ป่วยมาถึงโรงพยาบาล เปรียบเทียบกับคะแนน NIHSS 24 ชั่วโมง[16,17] หลังได้รับยา rtPA แบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ได้แก่

a. ผู้ป่วยอาการดีขึ้น (stroke severity improvement) - ผู้ป่วยหายเป็นปกติ คือ คะแนน NIHSS เท่ากับ 0 (fully recovery)

b. ผู้ป่วยอาการดีขึ้น คือ คะแนน NIHSS ลดลงตั้งแต่ 2 คะแนน (≥2)

c. ผู้ป่วยอาการคงที่ (non-stroke severity improvement or neurological deterioration) ได้แก่ ผู้ป่วยอาการคงที่ คือ คะแนน NIHSS เท่าเดิม หรือเปลี่ยนแปลง 1 คะแนน

d. ผู้ป่วยที่มีอาการแย่ลง (neurological deterioration) คือ คะแนน NIHSS เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 2 คะแนน (≥2)

4. Activate stroke fast track คือ ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันมาโรงพยาบาลทันเวลาภายใน 4.5 ชั่วโมงหลังเกิดอาการ

5. Onset to needle time คือ ระยะเวลาตั้งแต่ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลัน เริ่มมีอาการผิดปกติทางระบบประสาท จนกระทั่งได้รับยา rt-PA[3]

6. Door to needle time คือ ระยะเวลาตั้งแต่ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันมาถึงโรงพยาบาล จนกระทั่งได้รับยา rtPA[18,19]

7. Onset to door time คือ ระยะเวลาตั้งแต่ผู้ป่วยหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันมีอาการจนถึงมาโรงพยาบาลที่สามารถให้ยาละลายลิ่มเลือด rtPA[20]

8. Post-rtPA symptomatic intracerebral hemorrhage คือ การเกิดเลือดออกในสมอง (hemorrhagic transformation) จากยา rtPA ภายใน 36 ชั่วโมงหลังได้รับยา rtPA ซึ่งมีผลทำให้คะแนน NIHSS เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 4 คะแนน (≥4) หรือมีผลทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิต[21]

9. ASPECT score คือ การให้คะแนนภาพตัดขวาง (axial cuts) non contrast CT brain ก่อนได้รับยา rtPA (pretreatment ASPECTS) เชิงปริมาณ 10 ตำแหน่ง โดยใช้ภาพตัดขวาง non contrast CT brain 2 ระดับ คือ Basal ganglionic level และ Supraganglionic level ในการระบุตำแหน่งสมอง ขาดเลือดในระยะแรกของโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือด เฉียบพลันชนิด MCA โดยประเมินตามบริเวณเนื้อสมอง ที่เลี้ยงโดยแขนงย่อยของหลอดเลือดแดง MCA ซึ่งแบ่ง เป็น 10 ตำแหน่ง (แต่ละตำแหน่งมีค่าคะแนนเท่ากับ 1) โดยคะแนน 10 คือ ผลอ่านปกติ ส่วนบริเวณที่ขาดเลือด ไปเลี้ยง (hypoattenuation) ในแต่ละตำแหน่งจะ ถูกหักคะแนนออกทีละ 1 คะแนน ดังนั้น คะแนน 0 หมายถึง เนื้อสมองขาดเลือดทั่วทั้งบริเวณที่เลี้ยงโดย หลอดเลือดแดง MCA การแบ่งเนื้อสมองที่เลี้ยงโดยหลอดเลือดแดง MCA เป็น 10 ตำแหน่ง 1. Caudate (C) 2. Lentiform nucleus (L) 3. Internal capsule (IC) 4. Insular cortex (I) 5. M1 (anterior MCA cortex) 6. M2 (MCA cortex lateral to insular ribbon) 7. M3 (posterior MCA cortex) 8. M4 (anterior MCA territory immediately superior to M1) 9. M5 (lateral MCA territory immediately superior to M2) 10.M6 (posterior MCA territory immediately superior to M3)[22]

10.MRS score (Modified Rankin Scale) เป็นตัวชี้วัดการฟื้นฟูของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง บอกระดับความสามารถของผู้ป่วยในการทำกิจวัตรประจำวัน ใช้ตั้งแต่ 0 ถึง 6 โดยแบ่งคะแนน[11]

0 คะแนน คือไม่มีอาการแสดง

1 คะแนน คือ ไม่มีความพิการที่น่าจับตามอง; สามารถทำกิจวัตรประจำวันตามปกติ

2 คะแนน คือ ความพิการเล็กน้อย; ไม่สามารถทำกิจวัตรที่ต้องใช้แรงงานหนัก แต่สามารถดูแลตัวเองได้

3 คะแนน คือ ความพิการระดับปานกลาง; จำเป็นต้องมีความช่วยเหลือบ้าง แต่สามารถเดินได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องช่วย

4 คะแนน คือ ความพิการระดับปานกลางถึงหนัก; ไม่สามารถเดินได้โดยต้องการความช่วยเหลือจากผู้อื่น

5 คะแนน คือความพิการระดับหนัก; ต้องการความช่วยเหลือในการดำเนินชีวิตประจำวันทุกๆ ด้าน

6 คะแนน คือ เสียชีวิต

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. Primary outcome เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ทางคลินิกระหว่างการใช้ระบบ Telestroke ในโรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายกับการให้ยา rtPA ในการรักษาแบบมาตรฐานโดยวัดจาก

1. เปรียบเทียบประสิทธิผลหลักของการรักษาที่ต้องการ (favorable outcome) คือ ไม่มีความพิการ (non- disability, mRS 0-1) เมื่อติดตามการรักษา 3 เดือนหลังได้รับยา rtPA

2. Secondary outcome

1. เปรียบเทียบ stroke severity improvement การเปลี่ยนแปลงของคะแนน NIHSS แรกรับกับคะแนน NIHSS 24 ชั่วโมงหลังได้รับยา rtPA ที่ผู้ป่วยมาถึงโรงพยาบาลระหว่างการใช้ระบบ Telemedicine ในโรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายกับการให้ยา rtPA ในการรักษาแบบมาตรฐาน

2. เพื่อเปรียบเทียบเวลาในการเริ่มให้ยา rtPA ผ่านระบบ Telemedicine เทียบกับการรักษาแบบมาตรฐาน

1. เปรียบเทียบระยะเวลาตั้งแต่ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันเริ่มมีอาการผิดปกติทางระบบประสาทจนกระทั่งมาถึงโรงพยาบาล (onset to door time)

2. เปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันมาถึงโรงพยาบาลจนกระทั่งได้รับยา rtPA (door to needle time)

3. เปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือด เริ่มมีอาการผิดปกติทางระบบประสาท จนกระทั่งได้รับยา rtPA (onset to needle time)

3. เปรียบเทียบความปลอดภัยจากอัตราการเกิดเลือดออกในสมอง(hemorrhagic transformation) จาก ยา rtPA (post-rtPA symptomatic ICH) ที่มี NIHSS score เพิ่มมากกว่า 4 คะแนน เปรียบเทียบระหว่างการใช้ระบบ Telestroke ในโรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายกับการให้ยา rtPA ในการรักษาแบบมาตรฐาน

4. อัตราการเสียชีวิตที่ 90 วันเปรียบเทียบใช้ระบบ Telestroke ในโรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายกับการให้ยา rtPA ในการรักษาแบบมาตรฐาน

5. ระยะเวลาการนอนโรงพยาบาล อัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนและการนอนโรงพยาบาลซ้ำใน 90 วัน เปรียบเทียบระหว่างการใช้ระบบ Telemedicine ในโรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายกับการให้ยา rtPA ในการรักษาแบบมาตรฐาน

6. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการรักษาหลอดเลือดสมองตีบด้วย rtPA ของทั้ง 2กลุ่มที่มีผลต่อ Favorable outcome (mRS 0-1),

วิธการศึกษา

การศึกษาไปข้างหน้าเชิงพรรณนา prospective cohort descriptive study

Population

ศึกษาผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันที่มาโรงพยาบาลที่ให้ยาละลายลิ่มเลือด rtPA ภายใน 4.5 ชั่วโมง (activate stroke fast tract) ที่ในโรงพยาบาลสกลนคร และที่โรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายที่ให้ยาละลายลิ่มเลือดผ่านทางระบบ telemedicine ได้แก่ โรงพยาบาลสว่างแดนดิน โรงพยาบาลวานรนิวาส โรงพยาบาลพระอาจารย์มั่น ภูริทัตตโต และโรงพยาบาลพังโคน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2562 ถึง 31 ธันวาคม 2567 โดย

Inclusion criteria

ผู้ป่วยที่มีอาการเข้าได้กับโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดฉับพลัน ภายใน 4.5 ชั่วโมง ในกรณีไม่ทราบเวลาที่เริ่มอาการอย่างชัดเจนหรือมีอาการหลังตื่นนอนให้นับเวลาล่าสุดที่มีพยานยืนยันว่ามีอาการปกติเป็นเวลา ที่เริ่มมีอาการ (last seen normal) โดยมีระบบ activate stroke fast tract ที่อยู่ในเครือข่ายหลอดเลือดสมองจังหวัดสกลนครตามเกณฑ์การให้ยาละลายเลือดเลือดสมองของหลอดเลือดสมองตีบโดยสถาบันประสาทวิทยา

กรมการแพทย์ ที่เข้ารักษาที่โรงพยาบาลสกลนคร และโรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายของโรงพยาบาลสกลนคร ได้แก่ โรงพยาบาลสว่างแดนดิน โรงพยาบาลวานรนิวาส โรงพยาบาลพระอาจารย์มั่น ภูริทัตตโต และโรงพยาบาลพังโคน ที่ปรึกษาแพทย์อายุรกรรมประสาทวิทยา ผ่านทางระบบ Telestroke โดยกลุ่มที่อยู่โรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายที่ให้ยาละลายลิ่มเลือดที่โรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายนั้น มีการอบรมการประเมิน NIHSS score และการอบรม การให้ยา r-tpa โดยโรงพยาบาลสกลนครจัดอบรมและมีการออกเยี่ยม เตรียมความพร้อม และส่ง video ผ่านทางกล้องละเอียดอย่างน้อย 1280*720 พิกเซล เป็นตรวจร่างกายเพื่อประเมิน NIHSS ความยาว 1 นาที 30 วินาที และส่ง video CT brain non constrast media ความยาว 20 วินาที ผ่านทาง application line มาที่แพทย์ประสาทวิทยาที่โรงพยาบาลสกลนครเพื่อประเมินอาการทางคลินิกของผู้ป่วย ประเมินข้อบ่งชี้และข้อห้ามต่างๆในการให้ยาละลายลิ่มเลือดทางหลอดเลือดดำ และสั่งการให้ยาละลายลิ่มเลือด rtPA โดยแพทย์อายุรกรรมประสาท โดยให้ยาละลายลิ่มเลือดที่ห้องฉุกเฉินที่โรงพยาบาลชุมชนเครือข่าย และสังเกตอาการตามมาตรฐานจนยาครบ 1 ชั่วโมง จากนั้นส่งมาสังเกตอาการและประเมินอาการทางคลินิกโดยแพทย์อายุรกรรมประสาทที่ตึกผู้ป่วยหนัก โรงพยาบาลสกลนคร เมื่อครบ 24 ชั่วโมงจะมีเอกเรย์คอมพิวเตอร์สมองซ้ำตามมาตรฐาน ส่วนในกรณีให้ยาละลายลิ่มเลือดที่โรงพยาบาลสกลนครนั้น จะมีการประเมินอาการทางคลินิกแบบตรวจร่างกายโดยแพทย์อายุรกรรมประสาทวิทยาและให้ยาที่ห้องฉุกเฉินโรงพยาบาลสกลนครจากนั้นสังเกตอาการที่ตึกผู้ป่วยหนักโรงพยาบาลสกลนคร และ เอกเรย์คอมพิวเตอร์ซ้ำเมื่อครบ 24 ชั่วโมงตามมาตรฐานเช่นกัน

Exclusion criteria

ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันที่เข้าเกณฑ์ activate stroke fast tract รักษาที่โรงพยาบาลสกลนคร และโรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายเครือข่าย ที่ไม่ได้รับยา rtPA หรือได้รับ rTPA แต่ไม่ได้ follow up ประเมิน mRS ที่ 90 วัน จะถูกนำออกจากการวิจัย

Data collection

เก็บข้อมูลผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันที่ได้รับยา rtPA ทุกคน ตั้งแต่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2562-31ธันวาคม พ.ศ. 2567 โดยเปรียบเทียบ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันที่ได้รับยา rtPA ที่โรงพยาบาลสกลนคร กลุ่มที่ 2 ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือด เฉียบพลันที่ได้รับยา rtPA ที่โรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายผ่าน Telestroke โดยผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลัน ที่ได้รับการรักษาด้วยยา rtPA ทุกคนจะมีการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้ 1. ข้อมูลพื้นฐานคุณลักษณะส่วนบุคคลและลักษณะทางคลินิก ได้แก่ เพศ อายุ โรคประจำตัวที่เป็น cardiovascular risk factors (hypertension, diabetes mellitus, dyslipidemia, atrial fibrillation, heart disease) วิธีการนำส่งผู้ป่วยมาที่โรงพยาบาล เวลาที่เริ่มมีอาการของโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลัน เวลาที่มาถึงโรงพยาบาล และเวลาที่ผู้ป่วยได้รับยา rtPA 2. ความรุนแรงของอาการทางระบบประสาทของโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลัน จากคะแนน NIHSS แรกรับตั้งแต่ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันมาถึงโรงพยาบาล และคะแนน NIHSS 24 ชั่วโมงหลังได้รับยา rtPA 3. ผู้ป่วยทุกคนได้รับการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองโดยไม่ฉีดสารทึบรังสี (non contrast CT brain) และ 24 ชั่วโมงหลังได้รับยา rtPA หรือเมื่อมีอาการเปลี่ยนแปลงทางระบบประสาทเพื่อประเมินการเกิดเลือดออกในสมองจากยา rtPA 4. ประเมินความพิการ (disability) จาก mRS ติดตามการรักษา 3 เดือนหลังจากผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันได้รับการรักษาด้วยยา rtPA

Statistical analysis

ข้อมูลทั้งหมดบันทึกลงใน Microsoft excel format นำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชั่น 26 วิเคราะห์การเปรียบเทียบประสิทธิผลการรักษาโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันด้วยยา rtPA ที่โรงพยาบาลสกลนคร และที่ โรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายผ่าน telestroke ดังนี้ 1. การวิเคราะห์เพื่อนำเสนอลักษณะทางประชากร ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานคุณลักษณะ

ส่วนบุคคลและลักษณะทางคลินิก คือ อายุ น้ำหนัก เพศ วิธีการเข้าถึงโรงพยาบาลที่ให้ rtPA, โรคประจำตัวที่เป็น cardiovascular risk factors ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง เบาหวาน ไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจขาดเลือด, โรคหัวใจเต้นพริ้ว, ประวัติการสูบบุหรี่, ประวัติการดื่มสุรา, คะแนน NIHSS แรกรับตั้งแต่ผู้ป่วยมาถึงโรงพยาบาล, ประเภทของหลอดเลือดสมองขาดเลือด และการประเมินภาพเอ็กเรย์คอมพิวเตอร์สมองโดยประเมินตาม ASPECT score ในกรณีข้อมูลแจงนับนำเสนอในรูปตารางแจกแจงความถี่และร้อยละ กรณีข้อมูลต่อเนื่องนำเสนอโดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่หากพบว่าข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ จะนำเสนอโดยค่ามัธยฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด แล้วนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้สถิติ Chi-square test, independent T-test ตามลักษณะของข้อมูล 2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิผลการรักษา โรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันด้วยยา rtPA ที่ โรงพยาบาลสกลนคร และที่โรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายที่ให้ยาผ่าน Telestroke โดยเปรียบเทียบ favorable outcome (mRS 0-1) เมื่อติดตามการรักษา 3 เดือนหลังได้รับยา rtPA, stroke severity improvement ที่ 24 ชั่วโมงหลังได้รับยา rtPA และ post-rtPA symptomatic ICH แสดงเป็นร้อยละ พร้อมนำเสนอความแตกต่างของค่าสัดส่วนโดย absolute risk reduction (ARR) และช่วงความเชื่อมั่นที่ ร้อยละ 95% (95% confidence interval; CI) 3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะเวลา ได้แก่ 3.1 Onset to door time 3.2 Door to needle time 3.3 Onset to needle time นำาเสนอโดยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำมาเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้สถิติ independent T-test การศึกษานี้ได้รับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์โรงพยาบาลสกลนคร

ผลการศึกษา

การศึกษาเริ่ม ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2561-31 ธันวาคม พ.ศ. 2567 พบว่า มีผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันที่มารักษาที่โรงพยาบาลสกลนครและที่โรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายทั้ง 4 โรงพยาบาล ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันที่มารักษาที่โรงพยาบาลสกลนครและที่โรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายทั้ง 4 โรงพยาบาล รวมทั้งหมด 6,938 คน โดยเป็นที่โรงพยาบาลสกลนคร 4,038 คน และโรงพยาบาลชุมชุนเครือข่าย 2945 คน เข้าเกณฑ์ activate stroke fast tract ทั้งสิ้น 2,376 คน โดยแบ่งเป็นโรงพยาบาลสกลนคร จำนวน 1,271คน คิดเป็นร้อยละ 31.5% และ โรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายจำนวน 1,105 คนคิดเป็นร้อยละ 37.5% การให้ยาละลายลิ่มเลือด rtPA 490 คน คิดเป็นร้อยละ 7.06 ของผู้ที่ป่วยหลอดเลือดสมอง โรงพยาบาลสกลนคร ให้ rtPA คน 275 คน คิดเป็นร้อยละ 6.81 ของผู้ป่วยstroke ทั้งหมด loss follow up 13 คน และเหลือเข้าการศึกษา 262 คน ที่โรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายให้ rtPA จำนวน 215 คน คิดเป็นร้อยละ 7.3 ของผู้ป่วย stroke ของ รพ เครือข่าย loss follow up 20 คน เหลือเข้าการศึกษา 195 คน รวมเข้าการศึกษาทั้งหมด 467 คน ดังแสดงใน figure 1

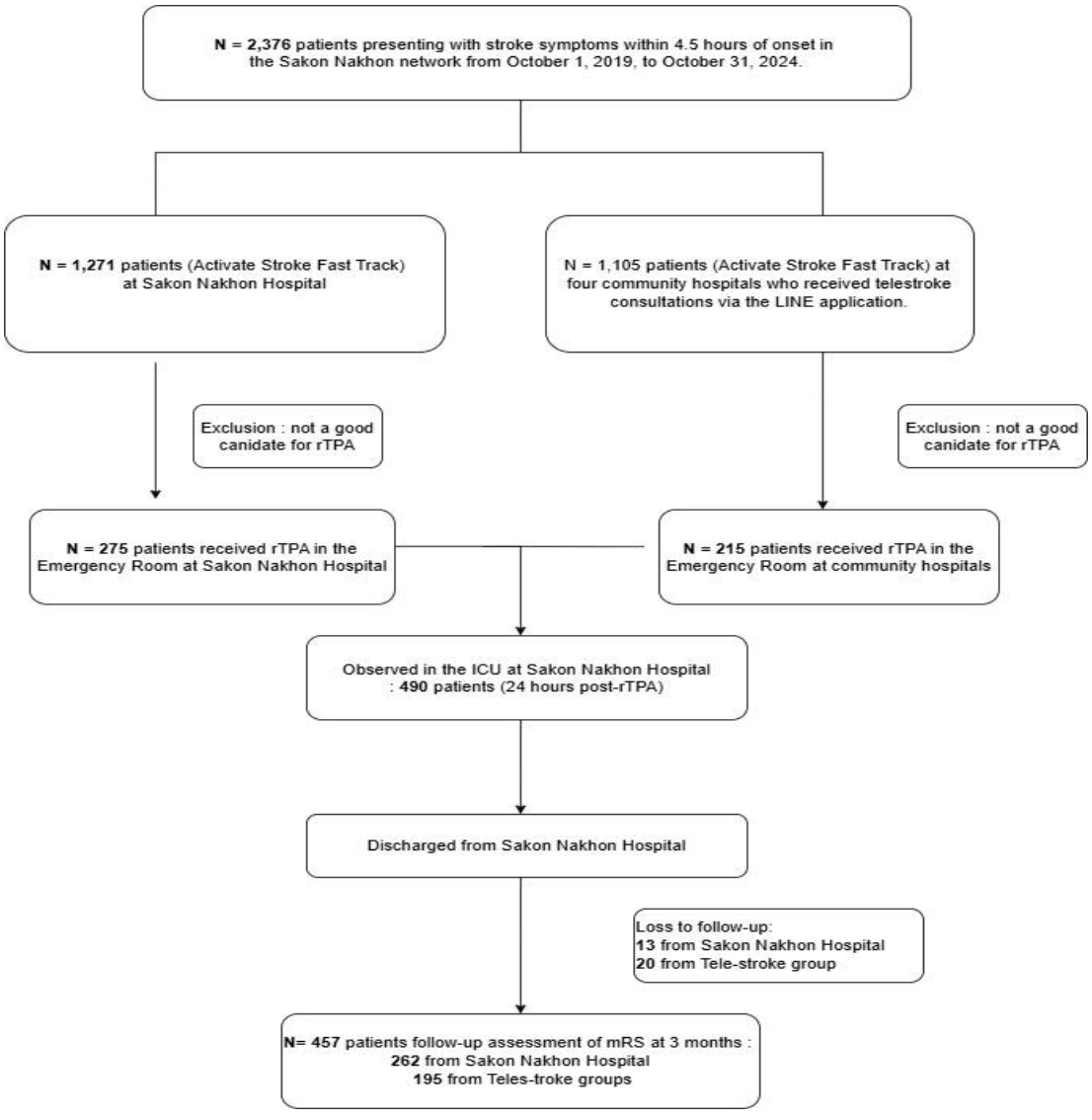

Figure 1. Patient flow diagram: Stroke fast track in Sakon Nakhon Network

Baseline demographic and clinical characteristics ของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันที่ได้ รับยา rtPA ทั้งหมด 457 คนโดยเป็นผู้ป่วยจากโรงพยาบาลซุมซุน ผ่าน Telestroke จำนวน 195 คนและที่โรงพยาบาลสกลนครจำนวน 262 คน ส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติดังนี้ ดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้ ในกลุ่มโรงพยาบาลซุมซนโดย Telestroke เป็นชาย ร้อยละ 53.3 มีอายุ 60.65±12.05 ปี ใกล้เคียงกับกลุ่มโรงพยาบาลสกลนคร เป็นชาย 54.6% มีอายุ 60.7+-12.1 ปี cardiovascular risk factor ได้แก่ความดันโลหิตสูง (hypertension), เบาหวาน (diabetes), ไขมันในเลือดสูง (dyslipidemia), โรคหัวใจ และ atrial fibrillation มีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันในทั้งสองกลุ่มไม่มีปัจจัยเสี่ยงใดที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) hypertension ร้อยละ 39.0 กับ 40.5, diabetes mellitus ร้อยละ 36.4 กับ 34.7, atrial fibrillation ร้อยละ 20.0 กับ 16.4, heart disease ร้อยละ 24.6 กับ 19.1 และ dyslipidemia ร้อยละ 60.5 กับ 66.0 พฤติกรรมสุภาพสูบบุหรี่และดื่มสุราไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยบุหรี่ผู้ป่วยร้อยละ 31.8 กับ 38.5 สุรา ร้อยละ 17.9 กับ 17.2 โดยประเภทของโรคหลอดเลือดสมองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.80$) โดยสาเหตุ

การเกิดโรคหลอดเลือดสมองพบเป็นจากหลอดเลือดสมองขนาดเล็กทั้ง 2 กลุ่ม ร้อยละ 45.19 และ 46.14 ตามลำดับ ส่วน ASPECT Score ที่ประเมินฟิล์มเอกเรย์คอมพิวเตอร์สมองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสองกลุ่ม (p = 0.31) คะแนนเฉลี่ย 8.7 และ 8.3 คะแนน ตามลำดับ

วิธีที่ผู้ป่วยมาถึงโรงพยาบาลกลุ่ม Telestroke มีผู้ป่วยที่มาถึงโดย EMS (49.2%) มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ โรงพยาบาลศูนย์มีผู้ป่วยที่ถูกส่งต่อจากโรงพยาบาลอื่น (63.0%) มีความแตกต่างทางสถิติ p-value <0.01

ผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยยาละลายลิ่มเลือดมีค่าเฉลี่ย NIHSS ก่อนรักษา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.20) ทั้งโรงพยาบาลเครือข่ายผ่านระบบ telestroke กับโรงพยาบาลสกลนคร ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 1 Baseline demographic and clinical characteristics of 419 patients with acute ischemic stroke treated with intravenous rtPA of Sakon Nakhon hospital and telemedicine in network community hospital

	โรงพยาบาลเครือข่ายหลอดเลือดสมองผ่าน telestroke N=195	**โรงพยาบาลสกลนคร** N=262	P-value
Sex			0.79
Male	104(53.3%)	143(54.6%)	
Female	91(46.7%)	119(45.4%)	
Age (years)			
≤ 60	88(45.1%)	111(42.4%)	
61 - 80	102(52.3%)	138(52.7%)	
> 80	5(2.6%)	13(5.0%)	0.196
Mean (±standard deviation)	60.65(+-12.05)	60.7(+-12.1)	
Median (min: max)	62(25:93)	62(25:94)	
Cardiovascular risk factor			
Hypertension	76(39.0%)	106(40.5)	0.74
Diabetes mellitus	71(36.4%)	91(34.7%)	0.71
Dyslipidemia	118(60.5%)	173(66.0%)	0.22
Heart disease	48(24.6%)	50(19.1%)	0.83
Atrial fibrillation	39(20.0%)	43(16.4%)	0.32
Smoking			
Never	133 (68.2%)	161(61.5%)	
Current	62 (61.8%)	101(38.5%)	0.14
Alcohol			
Never	160(82.1%)	217(82.8%)	
Current	35(17.9%)	45(17.2%)	0.83
Stroke subtype			0.80
Large-artery atherosclerosis	61(31.28%)	85 (32.44%)	
Cardio-embolism	39(20.00%)	43(16.41%)	
Small-vessel occlusion	88(45.14%)	121(46.19%)	
Other determined etiology	7(3.58%)	13 (4.96%)	

	โรงพยาบาลเครือข่ายหลอดเลือดสมองผ่าน telestroke N=195	โรงพยาบาลสกลนคร N=262	P-value
ASPECT score			0.31
ASPECT <7	1(0.51%)	11(4.2%)	
ASPECT>=7	194(99.49%)	251(95.8%)	
Mean (±standard deviation)	8.70(+-0.9)	8.3(+-1.10)	
Median (min: max)	9(5:10)	8.00(5:10)	
Mode to hospital			<0.01
Walk -in	49 (25.1%)	62(23.7%)	
EMS	96(49.2%)	34(13.0%)	
Refer	42(21.5%)	165(63.0%)	
Stroke in hospital	8(4.1%)	1(0.4%)	
Initial stroke Score and severity			0.20
Mild <5	34(17.4%)	39(14.9%)	
Moderate (5-14)	141(72.3%)	171(65.3%)	
Severe stroke (15-25)	19(9.7%)	50(19.1%)	
Very severe stroke (>25)	1(0.65%)	2(0.8%)	
Mean (±standard deviation)	9.64(+-4.29)	10.20(+-5.10)	
Median (min: max)	9(4:34)	9(3:26)	

ตารางที่ 2 Procedure and performance of patients with acute ischemic stroke treated with intravenous rtPA of Sakon Nakhon hospital and telemedicine in network community hospital

	โรงพยาบาลเครือข่ายหลอดเลือดสมองผ่าน telestroke N=195	โรงพยาบาลสกลนคร N=262	P-value
Onset to Door Time (minutes)			<0.01
<60 min	28(14.4%)	36(13.7%)	
60-120 min	115(59.0%)	76(29.0%)	
>120 min	52(26.6%)	150(57.3%)	
Mean (±standard deviation)	103.41+-42.88	127.34+-56.21	
Median (min: max)	93(30-235)	130(0-241)	
Onset to needle time(min)			<0.001
<180 min	149(76.4%)	127(48.5%)	
>180 min	46(23.6%)	135(51.5%)	
Mean (±standard deviation)	148.27+-43.45	174.08+-56.25	
Median (min: max)	140(74-260)	180(7-273)	
Door to needle time(min)			0.006
<45 min	98(50.3%)	128(48.9%)	
45-60 min	82(42.0%)	88(33.6%)	
>60 min	15(7.7%)	46(17.5%)	
Mean (±standard deviation)	44.86+-11.70	46.74+-17.64	
Median (min: max)	44(7-91)	45(4-131)	

ตารางที่ 3 Efficacy and safety outcomes of patients received thrombolysis of patients with acute ischemic stroke treated with intravenous rtPA of Sakon Nakhon hospital and telestroke in network community hospital

	โรงพยาบาลเครือข่ายหลอดเลือดสมองผ่าน telestroke N=157	โรงพยาบาลสกลนคร N=262	P-value
NIHSS 24-hour Score and severity			<0.001
Mild <5	134 (69.7%)	137(52.3%)	
Moderate (5-14)	51(26.1%)	94(35.9%)	
Severe stroke (15-25)	8(4.1%)	25(9.5%)	
Very severe stroke (>25)	2(1.1%)	6(2.3%)	
Mean (±standard deviation)	4.5(+-5.30)	6.78(+-6.93)	
Me dian (min: max)	.3(0:36)	4 (0:42)	
ICH grading			0.15
Asymptomatic ICH	11(5.6%)	7(2.7%)	
Symptomatic ICH	3(1.5%)	19(7.2%)	
Mechanical Thrombectomy	10(5.1%)	18(6.9%)	0.44
Medical complication	17(8.7%)	41 (15.6%)	0.76
Pneumonia	4(2.1%)	4(1.5%)	
UTI	1(0.5%)	5(1.9%)	
Length of stay(day)			<0.01
Mean (±standard deviation)	5.09 (+-3.51)	7.3(+-6.58)	
Median (min: max)	4(0:28)	5(2-57)	
Mortality 90 day	6 (3.1%)	12(4.6%)	0.41
Readmission in 30 days	8(4.1%)	16(6.1%)	0.34

Effectiveness

ผลของการรักษา primary outcome พบว่า ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดเฉียบพลันที่ได้รับยา rtPA ที่โรงพยาบาลชุมชน มี favorable outcome (mRS 0-1) ร้อยละ 74.36 มากกว่า ที่โรงพยาบาลสกลนคร ซึ่งมี ร้อยละ 57.2 (OR = 0.462, 95% CI: 0.31-0.69, p < 0.001) โดยเป็น mrs 0 จำนวน 88 คน mrs 1 จำนวน 57 คน ในกลุ่มโรงพยาบาลชุมชน และ mrs 0 จำนวน 57 คน และ mrs 1 จำนวน 93 คน ตามลำดับ ในกลุ่มโรงพยาบาลสกลนคร ดังแสดงใน figure 2

ผลการรักษา secondary outcome เปรียบเทียบ stroke severity improvement ของผู้ป่วยมาถึงโรงพยาบาลระหว่างการใช้ระบบ Telestroke ในโรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายกับการให้ยา rtPA ในการรักษาแบบมาตรฐาน ผลคือ กลุ่ม Telestroke มีแนวโน้มผลลัพธ์ที่ดีกว่า โดยอัตราการฟื้นตัวดีขึ้น (improved) สูงกว่า (75.38% เทียบกับ 63.74%)อัตราการแย่ลง (worsened) ต่ำกว่า (3.60% เทียบกับ 10.69%) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในอัตราการฟื้นตัวเต็มที่ภายใน 24 ชั่วโมง (full recovery) 8.72% กับ 8.40% ตามลำดับ ดังแสดงใน figure 3 ค่าเฉลี่ย NIHSS Score ที่ 24 ชั่วโมงหลังให้ rtpa ต่ำกว่าในกลุ่ม Telestroke อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.001) ผู้ป่วยในกลุ่ม Telestroke มีสัดส่วนที่อยู่ในระดับ mild (<5) สูงกว่า (69.7% เทียบกับ 52.3%) ดังแสดงในตารางที่ 3

เวลาจากเริ่มมีอาการถึงมาถึงโรงพยาบาล (onset to door time) ระบบ Telestroke ที่โรงพยาบาลชุมชนช่วยให้ผู้ป่วยเข้าถึงการรักษาได้เร็วขึ้น เมื่อเทียบกับโรงพยาบาลศูนย์ 103.41 ± 42.88 นาที ต่ำกว่ากลุ่มโรงพยาบาลศูนย์ 127.34 ± 56.21 นาที p-value <0.01 มีความแตกต่างอย่างมีนัยทางสถิติ เวลาจากมาถึงโรงพยาบาลถึงได้รับยา rtPA (door to needle time) ค่าเฉลี่ย door to needle time ของ telemedicine 44.86 ± 11.70 นาที ใกล้เคียงกับโรงพยาบาลศูนย์ 46.74 ± 17.64 นาที มีความแตกต่างทางสถิติ p-value 0.006 เวลาจากเริ่มมีอาการถึงได้รับยา rtPA (onset to needle time) กลุ่ม telemedicine ได้รับยา rtPA เร็วกว่า โดย 76.4% ได้รับยาใน <180 นาที เทียบกับเพียง 48.5% ในกลุ่มโรงพยาบาลศูนย์ ค่าเฉลี่ย onset to needle time ในกลุ่ม Telestroke 148.27 ± 43.45 นาทีต่ำกว่ากลุ่มโรงพยาบาลศูนย์ 174.08 ± 56.25 นาที p-value <0.001 ดังแสดงในตารางที่ 3

ภาวะ symptomatic ICH เกิดในอัตราต่ำกว่าในกลุ่ม Telestroke (1.5% เทียบกับ 7.2%) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (p = 0.15) ผู้ป่วยกลุ่ม Telestroke มีระยะเวลานอนโรงพยาบาลสั้นกว่ากลุ่มโรงพยาบาลศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.01) ภาวะการเกิดภาวะแทรกซ้อนอื่นๆทั้งภาวะปอดอักเสบ ติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ และอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p = 0.76) อัตราการเสียชีวิตภายใน 90 วัน และอัตราการกลับเข้ารักษาใน 30 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p = 0.41และ 0.34 ตามลำดับ)

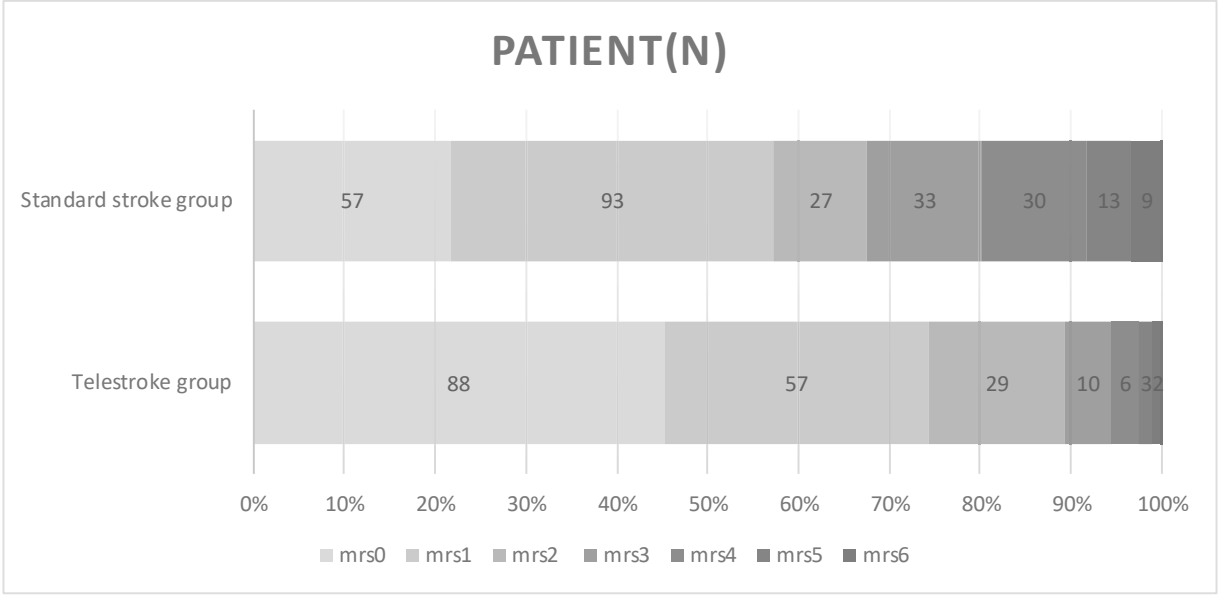

Figure 2 Scores on the modified Rankin Scale (mRS) at three months. This study included 462 patients compared to Sakon Nakhon hospital and telestroke in network community Hospital group

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิผลหลักของการรักษาที่ต้องการ (favorable outcome : non-disability, mRS 0-1) เมื่อติดตามการรักษา 3 เดือนหลังได้รับยา rtPA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) โดยคำนึงถึง (adjusted) ผลกระทบจากปัจจัยอื่นร่วมด้วย ดังแสดงในตารางที่ 4 ได้แก่

1. กลุ่มอายุน้อยกว่าหรือเท่ากับ 60 ปี มีแนวโน้มเกิดผลการรักษาที่ต้องการมากกว่ากลุ่มอายุมากกว่า 80 ปี 3.19 เท่า (95% CI 2.93-34.94, p-value = 0.005)

2. กลุ่มอายุ 61-80 ปี มีแนวโน้มเกิดผลการรักษาที่ต้องการมากกว่ากลุ่มอายุมากกว่า 80 ปี 1.74 เท่า (95% CI 1.66-18.32, p-value = 0.017)

3. กลุ่มที่มีภาพเอกเรย์คอมพิวเตอร์ที่ประเมิน ASPECT Score >=7 มีแนวโน้มผลการรักษาที่ต้องการมากกว่ากลุ่ม ASPECT score น้อยกกว่า 7 อยู่2.06 เท่า (1.39-3.04 p=0.001

4. กลุ่มที่มี onset to door น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 60 นาที มีแนวโน้มเกิดผลการรักษาที่ต้องการ มากกว่ากลุ่มที่มี onset to needle time มากกว่า 120 นาที 8.78เท่า (95% CI 2.32-33.18, p-value = <0.001)

5. กลุ่มที่มี onset to door 60-120 นาที มีแนวโน้มเกิดผลการรักษาที่ต้องการ มากกว่ากลุ่มที่มี onset to door มากกว่า 120 นาที 3.54เท่า (95% CI 1.42-8.64, p-value = 0.006)

6. กลุ่มที่ initial NIHSS score สูงขึ้น มีแนวโน้มลดลดโอกาสเกิดผลการรักษาที่ต้องการ (OR = 0.706, 95%CI 0.63-0.78 p < 0.001)

7. กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย mechanical thrombectomy มีแนวโน้มเพิ่มโอกาสเกิดผลการรักษาที่ต้องการ 10.28 เท่า (95%CI 1.42-8.6 p = 0.002)

8. กลุ่มอยู่โรงพยาบาลนานขึ้นสัมพันธ์กับโอกาสได้ผลลัพธ์ที่ดีลดลง (OR = 0.81, 95%CI 0.74-0.90p < 0.001)

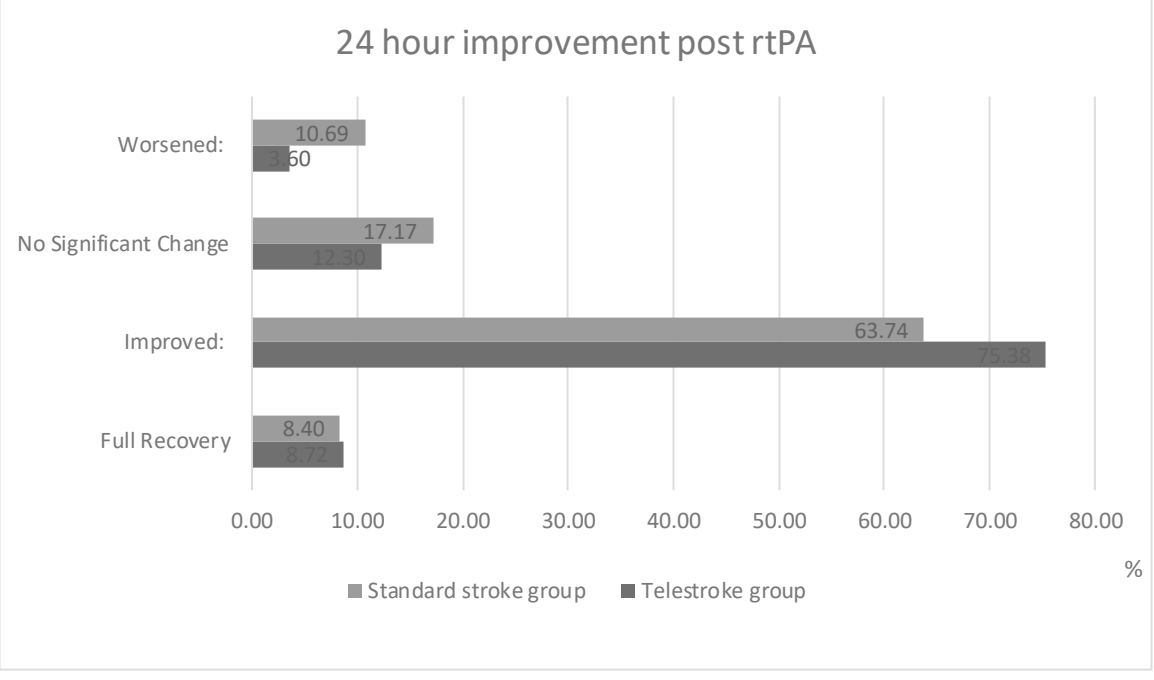

Figure 3 Stroke severity improvement at 24 hours after intravenous rtPA compared to Sakon Nakhon hospital and telestroke in network community Hospital group.

ตาราง 4 The factors influencing the primary treatment efficacy outcome, favorable outcome (mRS 0-1) at 3-month follow-up after rtPA administration, while considering the adjusted effects of other contributing factors.

ปัจจัย	Adjusted RR	p-value 95%CI	
Age >80			
Age <60	3.19	2.93-34.94	0.005
Age 60-80	1.74	1.66-18.32	0.017
ASPECT Score	2.06	1.39-3.04	0.001
Onset to door			
>120			
<60 min	8.78	2.32-33.18	<0.001
60-120 min	3.54	1.42-8.64	0.006
Initial NIHSS score	0.70	0.63-0.78	<0.001
Mechanical thrombectomy	10.28	1.42-8.6	0.002
Length of stay	0.81	0.74-0.90	<0.001

Discussion

การศึกษานี้มุ่งเน้นให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการให้ยาละลายลิ่มเลือดผ่านระบบโทรเวชกรรมหลอดเลือด (Telestroke) ในโรงพยาบาลชุมชน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ทางคลินิกเทียบเท่าหรืออาจดีกว่าการรักษาที่โรงพยาบาลสกลนคร ผลลัพธ์ของเราสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ศึกษาเกี่ยวกับเครือข่าย telestroke และการดูแลผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง โดยเฉพาะในแง่ของการฟื้นตัว, การรักษาที่มีประสิทธิภาพ และการเข้าถึงการรักษาได้อย่างรวดเร็ว[23-28] จากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยเข้าเกณฑ์ activate stroke fast track ทั้งสิ้น 2,376 คน โดยแบ่งเป็นโรงพยาบาลสกลนครจำนวน 1,271คน (31.5%) และ โรงพยาบาลชุมชนเครือข่ายจำนวน 1,105 คน (37.5%) การให้ยาละลายลิ่มเลือด rtPA 490 คน (7.06%) ของผู้ที่ป่วยหลอดเลือดสมองโรงพยาบาลสกลนคร ให้ rtPA คน 275 คน (6.81%) แม้ว่าจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับ rtPA ในโรงพยาบาลชุมชนจะน้อยกว่า แต่สัดส่วนสูงกว่าซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yadav และคณะ[29] ที่พบว่า การใช้ Telestroke ใน Himachal Pradesh พบว่า Telestroke ช่วยเพิ่มอัตราการให้ rtPA ได้อย่างมีนัยสำคัญโดยไม่เพิ่มอัตราการเสียชีวิต ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการให้ยาในกลุ่ม Telestroke ได้แก่ การที่ทีม stroke fast track ในโรงพยาบาลชุมชนยังใหม่และขาดประสบการณ์ นอกจากนี้ โรงพยาบาลชุมชนมักมีขนาดเล็ก ดูแลประชากรในเขตพื้นที่จำกัด อีกทั้งระยะทางเฉลี่ยจากจุดเกิดอาการถึงโรงพยาบาลที่สามารถให้ rtPA ได้โดยทั่วไปอยู่ที่ไม่เกิน 50 กิโลเมตร ขณะที่โรงพยาบาลสกลนครให้การดูแลในพื้นที่ที่กว้างกว่า มีระยะทางเฉลี่ย 60-80 กิโลเมตร นอกจากนี้ วิธีการนำส่งผู้ป่วยก็แตกต่างกัน โดยกลุ่มที่รักษาแบบมาตรฐานมักมาจากการส่งต่อจากโรงพยาบาลชุมชน (63%) ขณะที่กลุ่ม Telestroke ส่วนใหญ่มาจาก EMS นำส่งโดยตรง (49.2%) ซึ่งส่งผลให้ผู้ป่วยในกลุ่ม Telestroke ได้รับการรักษาเร็วขึ้น เนื่องจากการส่งต่อผ่าน EMS ช่วยลดระยะเวลาการเข้าถึงโรงพยาบาลและสามารถให้การรักษาได้ทันท่วงที ส่งผลให้ระยะเวลา onset to needle time ของกลุ่ม Telestroke สั้นกว่ากลุ่มมาตรฐาน ซึ่งอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้อัตราการฟื้นตัวของผู้ป่วยในกลุ่ม Telestroke สูงกว่า นอกจากนี้ การเข้าถึงการรักษาได้รวดเร็วยังช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดภาวะแทรกซ้อนที่อาจส่งผลต่ออัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วย ส่งผลให้ระยะเวลา onset to needle time ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างชัดเจน

จากข้อมูลพบว่าผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาผ่าน Telestroke ในโรงพยาบาลชุมชนมีอัตราการฟื้นตัวที่ดีใน 90 วัน (mRS 0-1) สูงกว่าผู้ป่วยที่รักษาในโรงพยาบาลสกลนคร (74.36% เทียบกับ 57.2%; OR = 0.462, p < 0.001) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Srinivasan และคณะ[30] ที่พบว่าโรงพยาบาลที่มี stroke coordinators และได้รับการรับรองเป็น stroke center ที่พัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่าย Telestroke แบบ hub-and-spoke สามารถลด door-to-needle time และให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น นอกจากนี้การศึกษาของ Kurunawai และคณะ[31] พบว่าการนำแพลตฟอร์ม Telestroke ที่ได้รับการปรับปรุงมานำมาใช้ในออสเตรเลีย ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการรักษาและเพิ่มอัตราการทำ mechanical thrombectomy การศึกษาของเรายังชี้ว่า Telestroke สามารถลด onset-to-door time และ door-to-needle time ได้อย่างมีนัยสำคัญ (103.41 นาที เทียบกับ 127.34 นาที, p < 0.01 และ 148.27 นาที เทียบกับ 174.08 นาที, p < 0.001) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Demaerschalk และคณะ[32] ที่แสดงว่า เครือข่าย Telestroke สามารถลดความล่าช้าในการรักษา ทำให้ผู้ป่วยได้รับ alteplase ภาทันเวลา นอกจากนี้การศึกษา Tunkl และคณะ[33] ยังเน้นถึงแนวโน้มของเครือข่าย telestroke ทั่วโลก ที่มุ่งเน้นไปที่การลดระยะเวลาก่อนเข้ารักษาในโรงพยาบาล (pre-hospital delay[34,35] และเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการรักษาในด้านความปลอดภัย ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง Telestroke และการรักษาแบบมาตรฐานในอัตราการเสียชีวิตภายใน 90 วัน (3.1% เทียบกับ 4.6%; OR = 0.66, p = 0.41) ซึ่งบ่งชี้ว่าทั้งสองแนวทางมีระดับความปลอดภัยที่ใกล้เคียงกัน โดยในทางปฏิบัติหมายความว่าการนำ Telestroke มาใช้ในโรงพยาบาลชุมชนไม่ได้เพิ่มความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตของผู้ป่วยเมื่อเทียบกับการรักษาในโรงพยาบาลศูนย์ ซึ่งช่วยสนับสนุนแนวทางการขยายบริการ Telestroke ไปยังพื้นที่ที่ขาดแคลนแพทย์เฉพาะทาง (3.1% เทียบกับ 4.6%; OR = 0.66, p = 0.41) และอัตราการเกิดภาวะเลือดออกในสมองหลังให้ยา (4.6% เทียบกับ 7.3%, p = 0.152) สอดคล้องกับการศึกษาของ Yaghi และคณะ[36] ที่พบว่า symptomatic ICH หลังให้ยาละลายลิ่มเลือด เกิดขึ้นในประมาณ 6% ของผู้ป่วยที่ได้รับ rtPA และมีอัตราการเสียชีวิตสูงร้อยละ 50 ของผู้ป่วยที่มี symptomatic ICH และและสอดคล้องกับการศึกษาของ Janßen และคณะ[37] ที่พบว่า Telestroke ช่วยเพิ่มอัตราการให้ยาละลายลิ่มเลือดโดยไม่มีผลข้างเคียงที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Lin และคณะ[38] ศึกษาในไต้หวันและพบว่า telestroke ให้ผลการรักษาทางคลินิกใน 90 วันไม่แตกต่างกับการรักษาแบบเผชิญหน้า ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการฟื้นตัวที่ดี (predictors of favorable outcomes) การศึกษาของเราพบว่า อายุน้อยกว่า 60 ปี (RR = 3.19, p = 0.05), เวลาตั้งแต่เริ่มมีอาการจนถึงเข้ารักษาในโรงพยาบาลสั้นกว่า 60 นาที (RR = 8.78, p < 0.001), และการทำ mechanical thrombectomy (RR = 10.28, p = 0.002) เป็นปัจจัยสำคัญที่สัมพันธ์กับการฟื้นตัวที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Simmons และคณะ[39] ที่ผู้ป่วยที่อายุน้อยกว่ามีแนวโน้มฟื้นตัวได้ดีกว่า และการศึกษาของ Bracard และคณะ[40] ที่พบว่า การทำ mechanical thrombectomy ร่วมกับการให้ยาละลายลิ่มเลือดทางหลอดเลือดดำช่วยเพิ่มสัดส่วนของผู้ป่วยที่มี favorable outcomes (MRs 0-2) ที่ 3 เดือนมากกว่ากลุ่มที่ให้ยาละลายลิ่มเลือดอย่างเดียว ส่วน Ortiz และคณะ[41] ที่ศึกษาการใช้ ASPECTS scoring และพบว่าผู้ที่มีคะแนน ASPECTS สูง มีแนวโน้มที่จะฟื้นตัวได้ดีกว่าหลังได้รับยา thrombolysis ใกล้เคียงกับการศึกษาของเราที่พบว่าคะแนน ASPECTS ที่สูงขึ้น (RR = 2.06, 95% CI: 1.39-3.04, p = 0.034) สัมพันธ์กับการฟื้นตัวที่ดี การใช้ระบบ telestroke เข้ากับโรงพยาบาลชุมชนช่วยเพิ่มการเข้าถึงการดูแลผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทที่มีแพทย์เฉพาะทางด้านโรคหลอดเลือดสมองจำกัด การลดระยะเวลาในการเข้าถึงการรักษา (onset-to-door และ door-to-needle time) มีผลโดยตรงต่อผลลัพธ์ของผู้ป่วย อายุน้อยกว่า 60 ปี การเข้าถึงการรักษาภายใน 60 นาที และการทำ thrombectomy เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มโอกาสในการฟื้นตัวที่ดี การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของโรงพยาบาลเครือข่ายและพัฒนามาตรฐาน (เช่น stroke coordinators และ stroke

center certifications) สามารถช่วยปรับปรุงผลลัพธ์ของผู้ป่วยในระบบ telestroke ในเครือข่ายได้มากขึ้น

ข้อจำกัดของการศึกษาและแนวทางในอนาคต

1. **การศึกษาจำกัดอยู่ในพื้นที่เดียว** - ควรขยายการศึกษาไปยังภูมิภาคอื่นของประเทศ เพื่อพิจารณาปัจจัยด้านโครงสร้างพื้นฐานของโรงพยาบาล การเข้าถึงบริการฉุกเฉิน และทรัพยากรบุคลากรที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของ Telestroke นอกจากนี้ การเปรียบเทียบกับประเทศที่มีระบบ Telestroke คล้ายคลึงกัน อาจช่วยให้เห็นถึงข้อดีและข้อเสียของการนำแนวทางนี้ไปใช้ในบริบทที่แตกต่างกัน

2. **ข้อจำกัดด้านความปลอดภัยของข้อมูล** - ปัจจุบันการใช้ LINE application ยังไม่มีมาตรฐานทางการแพทย์ที่รองรับ จึงควรพิจารณาแพลตฟอร์มที่ปลอดภัยขึ้น เช่น video consultation

3. **แนวทางการพัฒนาระบบ Telestroke** - ควรใช้ hybrid model โดยผสาน LINE application สำหรับ pre-hospital triage ร่วมกับ video consultation เพื่อลดข้อจำกัดของแต่ละระบบ

4. **การติดตามผลในระยะยาว** - ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมที่ติดตามผลลัพธ์ของผู้ป่วยในระยะ 1 ปีขึ้นไป เพื่อประเมินคุณภาพชีวิตและโอกาสการกลับมาเป็นซ้ำของโรค

ข้อสรุป แม้ว่าผลการศึกษานี้จะสนับสนุนประสิทธิภาพของ Telestroke ในการให้ยาละลายลิ่มเลือดในโรงพยาบาลชุมชน แต่ยังมีข้อจำกัดที่ต้องพัฒนา เช่น การขยายการศึกษาไปในระดับประเทศ การพัฒนาแพลตฟอร์ม telemedicine ที่ปลอดภัยขึ้น และการติดตามผลระยะยาว เพื่อให้แน่ใจว่า Telestroke สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนในระบบสาธารณสุข

Reference

1. Ciccone A. Thrombolysis for acute stroke. JAMA J Am Med Assoc 1996; 275:983.
2. National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS) rt-PA Stroke Study Group. Tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke. N Engl J Med 1995;333:1581-7.
3. Hacke W, Kaste M, Bluhmki E, et al. Thrombolysis with alteplase 3 to 4.5 hours after acute ischemic stroke. N Engl J Med 2008;359:1317-29.
4. Marler JR, Tilley BC, Lu M, et al. Early stroke treatment associated with better outcome: The NINDS rt-PA Stroke Study. Neurology 2000;55:1649-55.
5. มาดารัตน์ น, ขำมาก ว, จันทศรี น, et al. สถิติสาธารณสุข พ.ศ. 2566. นนทบุรี: กองยุทธศาสตร์และแผนงาน กระทรวงสาธารณสุข; 2566.
6. Tiamkao S. 13 years - learning and development of Stroke Fast Track in Thailand. J Health Syst Res 2023;17:191-9.
7. Choi J, Petrone A, Adcock A. A case for the non-neurologist telestroke provider. Front Neurol 2021;12:651519.
8. Abreu Filho C, Caluza A, Steinman M, et al. Initial Brazilian experience of telestroke for thrombolysis in a community hospital. Crit Care 2013;17(Suppl 2):P273.
9. Audebert HJ, Kukla C, Vatankhah B, et al. Comparison of tissue plasminogen activator administration management between telestroke network hospitals and academic stroke centers: The Telemedical Pilot Project for Integrative Stroke Care in Bavaria/Germany. Stroke 2006;37:1822-7.
10. Broderick JP, Adeoye O, Elm J. Evolution of the modified Rankin Scale and its use in future stroke trials. Stroke 2017;48:2007-12.
11. ElHabr AK, Katz JM, Wang J, et al. Predicting 90-day modified Rankin Scale score with discharge information in acute ischaemic stroke patients following treatment. BMJ Neurol Open 2021;3:e000177.
12. Weisscher N, Vermeulen M, Roos YB, et al. What should be defined as good outcome in stroke trials; a modified Rankin score of 0-1 or 0-2? J Neurol 2008;255: 867-74.
13. Spilker J, Kongable G, Barch C, et al. Using the NIH Stroke Scale to assess stroke patients. J Neurosci Nurs 1997;29:384-92.
14. Lyden P, Brott T, Tilley B, et al. Improved reliability of the NIH Stroke Scale using video training. Stroke 1994;25:2220-6.

15. Alasheev AM, Andreev AY, Gonysheva YV, et al. A comparison of remote and bedside assessment of the National Institute of Health Stroke Scale in acute stroke patients. Eur Neurol 2017;77:267-71.
16. Siegler JE, Boehme AK, Kumar AD, et al. What change in the National Institutes of Health Stroke Scale should define neurologic deterioration in acute ischemic stroke? J Stroke Cerebrovasc Dis 2013;22:675-82.
17. Mori M, Naganuma M, Okada Y, et al. Early neurological deterioration within 24 hours after intravenous rt-PA therapy for stroke patients: The stroke acute management with urgent risk factor assessment and improvement rt-PA registry. Cerebrovasc Dis 2012;34:140-6.
18. Sung SF, Huang YC, Ong CT, et al. A parallel thrombolysis protocol with nurse practitioners as coordinators minimized door-to-needle time for acute ischemic stroke. Stroke Res Treat 2011;2011:1-8.
19. Tong X, Wiltz JL, George MG, et al. A decade of improvement in door-to-needle time among acute ischemic stroke patients, 2008 to 2017. Circ Cardiovasc Qual Outcomes 2018;11:e004981.
20. Lee EJ, Kim SJ, Bae J, et al. Impact of onset-to-door time on outcomes and factors associated with late hospital arrival in patients with acute ischemic stroke. PLOS ONE 2021;16:e0247829.
21. Lansberg MG, Albers GW, Wijman CAC. Symptomatic intracerebral hemorrhage following thrombolytic therapy for acute ischemic stroke: A review of the risk factors. Cerebrovasc Dis 2007;24:1-10.
22. Pexman JHW, Barber PA, Hill MD, et al. Use of the Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) for assessing CT scans in patients with acute stroke. AJNR Am J Neuroradiol 2001;22:1534-42.
23. Demaerschalk BM, Raman R, Ernstrom K, et al. Efficacy of telemedicine for stroke: Pooled analysis of the Stroke Team Remote Evaluation Using a Digital Observation Camera (STRokE DOC) and STRokE DOC Arizona Telestroke Trials. Telemed E-Health 2012;18:230-7.
24. Heffner DL, Thirumala PD, Pokharna P, et al. Outcomes of spoke-retained telestroke patients versus hub-treated patients after intravenous thrombolysis. Stroke 2015;46 :3161-7.
25. Baratloo A, Rahimpour L, Abushouk AI, et al. Effects of telestroke on thrombolysis times and outcomes: A meta-analysis. Prehosp Emerg Care 2018 4;22:472-84.
26. Jun-O'Connell AH, Sivakumar S, Henninger N, et al. Outcomes of telestroke inter-hospital transfers among intervention and non-intervention patients. J Clin Med Res 2023;15:292-9.
27. Arumuganathan P, Adcock AK, Espinosa C, et al. Analysis of telestroke usage in rural critical access emergency departments. Telemed E-Health 2023; 29:1828 -33.
28. Massaud RM, Accorsi TAD, Massant CG, et al. In-hospital stroke protocol outcomes before and after the implementation of neurological assessments by telemedicine: An observational case-control study. Front Neurol 2024;15:1303995.
29. Yadav JK, Nepal G, Shing YK, et al. An opportunity to improve acute ischemic stroke care in the South Asian region through telestroke services. Ann Med Surg 2021;72:103115.
30. Srinivasan M, Scott A, Soo J, et al. The role of stroke care infrastructure on the effectiveness of a hub-and-spoke telestroke model in South Carolina. J Stroke Cerebrovasc Dis 2024;33:107702.
31. Kurunawai C, Chen C, Willcour M, et al. Implementation of an optimised tele-medicine platform for stroke in South Australia improves patient care. Front Neurol 2024; 15:1428198.
32. Demaerschalk BM, Boyd EL, Barrett KM, et al. Comparison of stroke outcomes of hub and spoke hospital treated patients in Mayo Clinic Telestroke Program. J Stroke Cerebrovasc Dis 2018;27:2940-2.
33. Tunkl C, Agarwal A, Ramage E, et al. Telemedicine networks for acute stroke: An analysis of global coverage, gaps, and opportunities. Int J Stroke 2025;20:297 -309.
34. Johansson A, Esbjörnsson M, Nordqvist P, et al. Technical feasibility and ambulance nurses' view of a digital telemedicine system in pre-hospital stroke care - A pilot study. Int Emerg Nurs 2019;44:35-40.
35. Talana ALE. A rural community readiness assessment of prehospital telestroke services in the ambulance. Case Study Diet Shifts Older Tongan Migr U S 2024;83:250-6.
36. Yaghi S, Eisenberger A, Willey JZ. Symptomatic intracerebral hemorrhage in acute ischemic stroke after thrombolysis with intravenous recombinant tissue plasminogen activator. JAMA Neurol 2014;71:1181-5.

37. Janßen A, Pardey N, Zeidler J, et al. Support by telestroke networks is associated with increased intravenous thrombolysis and reduced hospital transfers: A German claims data analysis. Health Econ Rev 2024;14:100.
38. Lin CH, Lee KW, Chen TC, et al. Quality and safety of telemedicine in acute ischemic stroke: Early experience in Taiwan. J Formos Med Assoc 2022;121:314-8.
39. Simmons CA, Poupore N, Nathaniel TI. Age stratification and stroke severity in the telestroke network. J Clin Med 2023;12:1519.
40. Bracard S, Ducrocq X, Mas JL, et al. Mechanical thrombectomy after intravenous alteplase versus alteplase alone after stroke (THRACE): A randomised controlled trial. Lancet Neurol 2016;15:1138-47.
41. Ortiz E, Rivera J, Granja M, et al. Automated ASPECTS segmentation and scoring tool: A method tailored for a Colombian telestroke network. J Imaging Inform Med 2024; [Epub ahead of print]. doi:10.1007/s10278-024-01258-9.