

การระงับความรู้สึกผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ที่มารับการผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะ เพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะ: รายงานผู้ป่วย 1 ราย

จตุพร เอี่ยมเจริญวิทย์, ภูพิงค์ เอกะวิภาต

กลุ่มงานวิสัญญีวิทยา สถาบันประสาทวิทยา กรุงเทพมหานคร 10400 ประเทศไทย

Anesthetic Management of Patient with COVID-19 Undergoing Decompressive Craniectomy: a Case Report

Jatuporn Eiamchareonwit, Phuping Akavipat

Anesthesiology Department, Neurological Institute of Thailand, Bangkok 10400, Thailand

Abstract

This report describes a case of a COVID-19 patient who presented with middle cerebral artery infarction. The patient developed cerebral edema and brain herniation. This report aims to share clinical experience in the perioperative management of a 71-year-old patient undergoing decompressive craniectomy. Infection control is essential during the perioperative period, especially in the moment of airway management. Risk factors for cerebrovascular complications for COVID-19 patients were shown as elderly, severe COVID-19 disease, and hypercoagulable state. Finally, the anesthetic management of a patient with COVID-19 for decompressive craniectomy has been discussed.

Keywords: COVID-19, decompressive craniectomy, middle cerebral artery infarction

บทคัดย่อ

รายงานนี้กล่าวถึงผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ที่เป็นโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดระยะเฉียบพลัน ร่วมกับมีภาวะความดันภายในโพรงกะโหลกศีรษะสูง และสมองเคลื่อนโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแบ่งปันประสบการณ์ทางคลินิกในการระงับความรู้สึกผู้ป่วยชาย อายุ 71 ปี ที่มารับการผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะเพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะ อธิบายการควบคุมการติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในระหว่างการผ่าตัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะใส่ท่อหายใจ และกล่าวถึงปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดในผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ได้แก่ สูงอายุ ติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 รุนแรง และมีภาวะการแข็งตัวของเลือดมากผิดปกติ

คำสำคัญ: การผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะ, โคโรนา-19, สมองขาดเลือดจากหลอดเลือดแดง middle cerebral

บทนำ

จากสถานการณ์การระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ในประเทศไทย ทำให้มีผู้ป่วยติดเชื้อ COVID-19 เข้ารับการผ่าตัดภายใต้การระงับความรู้สึกแบบฉุกเฉิน บุคลากรทางวิสัญญีต้องมีความระมัดระวังและป้องกันการติดเชื้อจากผู้ป่วย ควบคู่ไปกับการดูแลเฝ้าระวังความเสี่ยงเฉพาะโรคที่นำมาสู่การผ่าตัด อีกทั้งการประเมินผู้ป่วยเพื่อค้นหาความเสี่ยงและการเตรียมผู้ป่วยก่อนการระงับความรู้สึกในเวลาที่จำกัด ถึงแม้ว่าจะต้องรีบให้การรักษาคัดผู้ป่วยกลุ่มนี้อย่างรวดเร็วก็ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ป่วยเป็นสำคัญด้วย ตลอดจนการดูแลผู้ป่วยขณะระงับความรู้สึกและหลังการระงับความรู้สึกที่ดีตามมาตรฐาน ถึงแม้ว่าจะไม่ได้มีประเด็นใดที่โดดเด่นในเรื่องการดูแลผู้ป่วยติดเชื้อ COVID-19 ที่มารับการผ่าตัด หรือ การระงับความรู้สึก ผู้ป่วยที่มารับการผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะเพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะ แต่จากสถานการณ์การระบาดของ COVID-19 ของประเทศไทยในปัจจุบัน บุคลากรทางการแพทย์จึงมีโอกาสดูแลผู้ป่วยกลุ่มดังกล่าวมากขึ้น บทความนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อแบ่งปันประสบการณ์ทางคลินิกในการระงับความรู้สึกผู้ป่วยชายอายุ 71 ปี ติดเชื้อโควิด-19 เป็นโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดระยะเฉียบพลัน มารับการผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะเพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะ การศึกษานี้ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน สถาบันประสาทวิทยา

รายงานผู้ป่วย

ผู้ป่วยชายไทย อายุ 71 ปี มีโรคประจำตัวคือ ความดันโลหิตสูง และไขมันในเลือดสูง ยาที่รับประทานประจำ ได้แก่ amlodipine 5 มิลลิกรัม 1 เม็ด หลังอาหารเช้า, losartan 50 มิลลิกรัม ครึ่งเม็ด หลังอาหารเช้า และ atorvastatin 40 มิลลิกรัม 1 เม็ด หลังอาหารเย็น

มาด้วยอาการไข้ ไอ เหนื่อย ได้รับการตรวจ RT-PCR (reverse transcription: RT-polymerase chain reaction: PCR) พบว่าติดเชื้อ COVID-19 เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลสนาม ได้รับยา favipiravir และยา dexamethasone 8 มิลลิกรัมทางหลอดเลือดดำ อาการดีขึ้นไข้ลดลง ไม่หอบเหนื่อย

7 วันต่อมา พบว่าผู้ป่วยปกติดีเวลา 8.00 น. ต่อมาเวลา 8.30 น. ผู้ป่วยมีอาการแขนขาอ่อนแรง พูดไม่ชัด ตรวจร่างกายพบ Glasgow Coma Scale: E4V5M6 ระดับกำลังกล้ามเนื้อซีกซ้ายไม่สามารถต้านแรงได้ แต่ยกแขนขึ้นได้เอง (Grade III) กำลังกล้ามเนื้อของร่างกายซีกขวายอยู่ในเกณฑ์ปกติ (Grade V) เวลา 9.00 น. ผู้ป่วยได้รับการส่งตัวมารักษาที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่ง ผลการตรวจสมองด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ เวลา 11.00 น. พบ ill-defined hypodense lesion located in the right middle cerebral artery territory ผู้ป่วยไม่ได้รับยาละลายลิ่มเลือด (recombinant tissue plasminogen activator; rt-PA) ได้รับการส่งตัวกลับมาที่โรงพยาบาลสนาม เวลา 18.00 น. ผู้ป่วยมีอาการอ่อนแรงข้างซ้ายมากขึ้น ตรวจร่างกายพบ dysarthria, E4V5M6, ระดับกำลังกล้ามเนื้อของร่างกายซีกซ้ายไม่สามารถขยับได้ ทำได้เพียงเกร็งกล้ามเนื้อ (Grade I) จึงขอส่งผู้ป่วยรักษาต่อที่สถาบันประสาทวิทยา เวลา 1.00 น. แรกวันที่สถาบันประสาทวิทยา ผู้ป่วยมีอุณหภูมิกาย 36.4 องศาเซลเซียส ชีพจร 60 ครั้งต่อนาที อัตราการหายใจ 20 ครั้งต่อนาที ความดันเลือด 123/66 มิลลิเมตรปรอท ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดเมื่อหายใจอากาศปกติ 95-97% ตรวจร่างกายพบ E4V5M6 ระดับกำลังกล้ามเนื้อของร่างกายซีกซ้ายไม่สามารถต้านแรงได้เลย ทำได้แค่ขยับแขนในแนวราบ (Grade II) มีการละเลยด้านที่ร่างกายอ่อนแรง (neglect left side) ได้รับการตรวจสอบด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์พบ acute infarction at right fronto-temporal-insular cortical gray-white matter in which along fronto-temporal branch

the right MCA territory, right internal carotid artery (ICA) occlusion, no midline shift ผลตรวจเอกซเรย์ปอดปกติ ผลเลือดพบ D-dimer สูง 2,802 ng/mL ประสาทอายุรแพทย์ให้การรักษาทันทีโดยให้ดื่มน้ำดองอาหารให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ

ผู้ป่วยได้รับยา favipiravir และ dexamethasone อย่างต่อเนื่อง สังเกตอาการทางระบบประสาทอย่างใกล้ชิด ยังไม่เริ่มให้ยาต้านเกล็ดเลือด หรือยาแก้เลือดแข็งตัว และได้ส่งปรึกษาประสาทศัลยแพทย์เพื่อร่วมดูแลผู้ป่วย ในวันรุ่งขึ้นเวลา 18.00 น. ผู้ป่วยมีอาการอ่อนแรงข้างซ้ายเท่าเดิม ตรวจร่างกายพบ E4V5M6 ระดับกำลังกล้ามเนื้อของร่างกายซีกซ้ายไม่สามารถต้านแรงได้เลย ทำได้แค่ขยับแขนได้ในแนวราบ (Grade II) ปากเบี้ยวข้างซ้าย คะแนน National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS) เท่ากับ 9 ได้รับการตรวจสมองด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ซ้ำพบ chronological changed of acute right MCA infarction, total right ICA occlusion, no midline shift, no brain herniation ผลตรวจเอกซเรย์ปอดปกติ ส่งปรึกษาประสาทศัลยแพทย์ให้สังเกตอาการทางระบบประสาทต่อ อีก 1 วันต่อมา ผู้ป่วยมีอาการอ่อนแรงข้างซ้ายมากขึ้น ระดับความรู้สึกตัวลดลง อุณหภูมิกาย 37.8 องศาเซลเซียส ชีพจร 88 ครั้งต่อนาที อัตราการหายใจ 18 ครั้งต่อนาที ความดันเลือด 181/92 มิลลิเมตรปรอท ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดเมื่อหายใจอากาศปกติ 95-96% ตรวจร่างกายพบ E2V4M5 รูม่านตาด้านขวา 3 มิลลิเมตร ตอบสนองต่อแสงลดลง รูม่านตาด้านซ้าย 2 มิลลิเมตร ตอบสนองต่อแสงปกติ ร่างกายซีกซ้ายไม่สามารถเกร็งกล้ามเนื้อได้เลย (Grade 0) ระดับกำลังกล้ามเนื้อซีกขวาอยู่ในเกณฑ์ปกติ คะแนน NIHSS เพิ่มขึ้นเป็น 18 ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการพบว่า ความเข้มข้นของระดับฮีโมโกลบินในเลือด 16 กรัมต่อเดซิลิตร ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (hematocrit) 49% ความสมดุลของเกลือแร่ (electrolyte) ระดับน้ำตาลในเลือด (blood sugar) สมรรถภาพการทำงานของไต (creatinine)

และการแข็งตัวของเลือด (coagulogram) อยู่ในเกณฑ์ปกติ ผลการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจและภาพรังสีปอดอยู่ในเกณฑ์ปกติ ได้รับการตรวจสมองด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ซ้ำ พบ malignant right MCA infarction, midline shift 1.5 เซนติเมตร ได้รับการวินิจฉัยว่ามีภาวะความดันภายในโพรงกะโหลกศีรษะสูง (increased intracranial pressure) และมีภาวะสมองเคลื่อน (brain herniation) ประสาทศัลยแพทย์วางแผนให้การรักษาก่อนด้วยการผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะเพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะฉุกเฉิน (decompressive craniectomy) ประสาทศัลยแพทย์จึงส่งปรึกษาวิสัญญีแพทย์เพื่อทำการผ่าตัด right decompressive craniectomy เป็นกรณีฉุกเฉิน ระหว่างที่รอเข้ารับการผ่าตัด ผู้ป่วยมีอาการหายใจหอบเหนื่อย ระดับความรู้สึกตัวลดลง ผลเอกซเรย์ปอดพบมีฝ้าขาวเพิ่มขึ้นตำแหน่งปอดกลีบล่างด้านขวา (increased reticular opacities at right lower lung zones) ได้รับการวินิจฉัยเป็นปอดอักเสบจากเชื้อโควิด 19 ผู้ป่วยไม่ตอบสนองต่อการให้ออกซิเจนอัตราไหลสูง (high-flow nasal cannula; HFNC) ยังมีค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดต่ำกว่า 94% ประสาทอายุรแพทย์ได้ปรึกษาวิสัญญีแพทย์ให้ใส่ท่อหายใจแก่ผู้ป่วย บุคลากรทางวิสัญญีสวมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (personal protective equipment) ตาม standard precaution ใส่ท่อหายใจด้วยวิธี rapid sequence induction (RSI) ใช้ video-laryngoscope แบบแยกจอ โดยใช้ยา propofol 50 มิลลิกรัม และ rocuronium 50 มิลลิกรัม เพื่อช่วยในการใส่ท่อหายใจ

การเตรียมผู้ป่วยก่อนการให้ยาระงับความรู้สึก

สรุปปัญหาในผู้ป่วยรายนี้ได้แก่ 1) โรคหลอดเลือดสมองตีบและอุดตันเฉียบพลันในหลอดเลือด middle cerebral artery (acute MCA infarction) ร่วมกับมีภาวะความดันภายในโพรงกะโหลกศีรษะสูง และสมอง

เคลื่อน 2) ปอดอักเสบจากเชื้อโควิด-19 3) มีความเสี่ยงในการเกิดลิ่มเลือดอุดตัน 4) ความดันโลหิตสูง 5) สูงอายุ ภาวะความดันภายในโพรงกะโหลกศีรษะสูงและสมองเคลื่อน ให้การรักษาและเตรียมผู้ป่วยก่อนมารับการผ่าตัดโดยผู้ป่วยงดน้ำและอาหารยกเว้นยาตั้งแต่แรกได้รับประทานยา favipiravir และน้ำครึ่งสุดท้าย 4 ชั่วโมง ก่อนผ่าตัดให้สารน้ำ 0.9% normal saline ทางหลอดเลือดดำ นอนหัวสูง 30 องศา ตั้งเครื่องช่วยหายใจแบบควบคุมด้วยปริมาตร (volume control ventilation) ดังนี้ ปริมาตรอากาศที่ไหลเข้าปอด (tidal volume) 600 มิลลิลิตร อัตราการหายใจ 10 ครั้งต่อนาที PEEP 5 มิลลิเมตรปรอท ผู้ป่วยได้รับ 20% mannitol 250 มิลลิกรัม และ omeprazole 40 มิลลิกรัม ทางหลอดเลือดดำ จองเลือด 2 ยูนิต สำหรับการผ่าตัด จากนั้นจึงเคลื่อนย้ายผู้ป่วยมาห้องผ่าตัด

การเตรียมห้องผ่าตัดและบุคลากร

มีแนวทางเพื่อป้องกันการติดเชื้อตามมาตรฐานของโรงพยาบาล ดังนี้ ในกรณีการผ่าตัดเร่งด่วน ทำการผ่าตัดในห้องผ่าตัดที่ปรับลดความดัน positive pressure ให้น้อยที่สุด มีการติดป้ายหน้าห้องแจ้งเตือนเพื่อป้องกันบุคลากรที่ไม่เกี่ยวข้องและจำกัดจำนวนบุคลากรที่เข้าไปในห้องผ่าตัด อุปกรณ์ทางวิสัญญี ได้แก่ เครื่องดมยาสลบ เครื่องเฝ้าระวัง เครื่องบันทึกข้อมูลแบบอิเล็กทรอนิกส์ทางวิสัญญี เครื่องควบคุมการให้สารละลาย จะใช้ถุงพลาสติกใสขนาดใหญ่คลุม ต่อดั้วกรองอากาศ HEPA (high efficiency particulate air) เข้ากับสายงวงช้าง (corrugated tube) อีก 1 ชั้นที่สายงวงช้างขาออก (expiratory limb) ก่อนเข้าเครื่องดมยาสลบ เตรียมอุปกรณ์ดูดเสมหะแบบระบบปิด (closed suction in-line) เนื่องจากผู้ป่วยที่ต้องคาท่อช่วยหายใจหลังการผ่าตัด สามารถนำสายดูดเสมหะดังกล่าวใช้ต่อที่หอผู้ป่วยได้ มีบุคลากรวิสัญญีที่มีความชำนาญ 2 คนในห้องผ่าตัด โดยสวมชุดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล

(personal protective equipment; PPE) ให้ครบตามกำหนด ได้แก่ หมวกคลุมผม อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจแบบจ่ายอากาศบริสุทธิ์ (Powered Air Purifying Respirator; PAPR) แว่นป้องกันตาหรือกระจังหน้า (face shield) หน้ากาก N95 ถุงมือ 2 ชั้น ชุดหมี ผ้ากันเปื้อน ถุงหุ้มรองเท้า รองเท้าหุ้มข้อ บุคลากรคนที่ 1 (วิสัญญีแพทย์) เป็นผู้สัมผัสผู้ป่วยโดยตรง ทำหน้าที่ติดอุปกรณ์เฝ้าระวังผู้ป่วย ดูแลระบบทางเดินหายใจและใส่ท่อช่วยหายใจ บริหารยาและสารน้ำ โดยหยิบจากบรรณวางของที่เตรียมแยกไว้เพื่อวางของที่สัมผัสผู้ป่วยแล้ว โดยไม่มีการนำของที่สัมผัสกับผู้ป่วยกลับไปวางบนบรรณวางอุปกรณ์และเวชภัณฑ์ที่สะอาดอีก และบุคลากรคนที่ 1 และบุคลากรคนที่ 2 ต้องไม่สัมผัสกันโดยตรง บุคลากรคนที่ 2 (วิสัญญีพยาบาล) เป็นผู้ให้การสนับสนุนบุคลากรคนที่ 1 ไม่สัมผัสผู้ป่วยโดยตรง และทำหน้าที่เตรียมยาและอุปกรณ์สำหรับการระงับความรู้สึก บันทึกข้อมูลการระงับความรู้สึก เตรียมยาและส่งอุปกรณ์ต่างๆ วางที่บรรณวางอุปกรณ์และเวชภัณฑ์สำหรับผู้ป่วย หลังเสร็จการบริการระงับความรู้สึก ทั้งพลาสติกคลุมเครื่องและอุปกรณ์ที่ใช้ในการระงับความรู้สึกในถังขยะติดเชื้อ เช็ดทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ ด้วยผ้าชุบน้ำยาฆ่าเชื้อ หลังจากเสร็จการให้บริการระงับความรู้สึกให้ถอด PPE ในห้องที่ประยุกต์เป็นห้องเตรียมหรือพักคอย (anteroom) ติดกับห้องผ่าตัด หลังเสร็จการผ่าตัดให้ส่งผู้ป่วยไปดูแลต่อยังห้องแยกโรคติดเชื้อความดันลบ หรือหอผู้ป่วย COVID-19 ทันที หลังจากนั้นต้องทิ้งระยะเวลาที่เพียงพอเพื่อหมุนเวียนอากาศสำหรับกำจัด การแพร่กระจายเชื้อทางอากาศที่เกิดฝอยละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน (airborne disease)

การระงับความรู้สึก

เคลื่อนย้ายผู้ป่วยจากหอผู้ป่วยมาห้องผ่าตัดด้วยเตียงเคลื่อนย้ายผู้ป่วยความดันลบ เมื่อผู้ป่วยมาถึงบริเวณห้องผ่าตัด ได้ทำการย้ายผู้ป่วยเข้าห้องผ่าตัดทันที แรก

ที่ห้องผ่าตัด อุณหภูมิกาย 37.3 องศาเซลเซียส ชีพจร 70 ครั้งต่อนาที ความดันเลือด 145/85 มิลลิเมตรปรอท ผู้ป่วยได้รับการใส่ท่อหายใจมาจากท่อผู้ป่วย ด้วยท่อหายใจขนาด 8.0 มิลลิเมตร ความลึก 22 เซนติเมตร ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดเมื่อได้รับออกซิเจน 100% มีค่า 97% น้ำหนัก 75 กิโลกรัม สูง 170 เซนติเมตร ตรวจร่างกายพบ E1VTM5 กำลังกล้ามเนื้อของร่างกาย ซิกซ้ายไม่สามารถขยับได้ ทำได้เพียงเกร็งกล้ามเนื้อเท่านั้น (Grade I) ระดับกำลังกล้ามเนื้อของร่างกายซีกขวา อยู่ในเกณฑ์ปกติ ผู้ป่วยได้รับการติดตามสัญญาณชีพ ตามมาตรฐานได้แก่ noninvasive blood pressure, electrocardiogram, pulse oximeter, end tidal carbon dioxide อย่างต่อเนื่องทุก 2.5 นาที ให้ยานาสลบ ด้วย fentanyl 100 ไมโครกรัม propofol 50 มิลลิกรัม และ cisatracurium 8 มิลลิกรัม ฉีดเข้าทางหลอดเลือดดำ ได้รับการรักษาระดับการสลบด้วย 100% ออกซิเจน ผสมกับอากาศ จนได้ 70% ออกซิเจน และยาดมสลบ sevoflurane ปริมาณ 1% ควบคุมการหายใจด้วย volume control ventilation ดังนี้ ปริมาตรอากาศที่ไหลเข้าปอด (tidal volume) 580 มิลลิลิตร อัตราการหายใจ 10 ครั้ง/นาที ความดันบวกหลังสิ้นสุดการหายใจออก (positive end expiratory pressure; PEEP) 4 เซนติเมตรน้ำ แรงดันสูงสุดที่วัดได้ในช่วงการหายใจเข้า (peak airway pressure) มีค่า 17-18 เซนติเมตรน้ำ จึงเริ่มทำการผ่าตัด

ขณะทำผ่าตัดเปิดเยื่อหุ้มสมองดูรา พบความดันเลือด 80/40 มิลลิเมตรปรอท อัตราการเต้นของหัวใจ 98 ครั้งต่อนาที ให้การรักษาด้วยยา ephedrine 6 มิลลิกรัม หลังจากนั้น ความดันเลือดเป็น 89/49 มิลลิเมตรปรอท อัตราการเต้นของหัวใจ 112 ครั้งต่อนาที จึงให้การรักษาด้วยยา phenylephrine 50 ไมโครกรัม ฉีดเข้าทางหลอดเลือดดำ หลังจากนั้นความดันเลือดเป็น 110/60 มิลลิเมตรปรอท อัตราการเต้นของหัวใจ 95 ครั้งต่อนาที ระหว่างการผ่าตัดควบคุมความดันเลือดอยู่ระหว่าง 80-148/40-85 มม.ปรอท อัตราการเต้นของ

หัวใจ 95-120 ครั้ง/นาที ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ในลมหายใจออกประมาณ 27-28 มิลลิเมตรปรอท เปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดมีค่าระหว่าง 94-97% ใช้เวลาผ่าตัด right decompressive craniectomy นาน 1 ชั่วโมง 20 นาที เสียเลือด 900 มิลลิลิตร ผู้ป่วยได้รับสารน้ำเป็น 0.9% normal saline 1,300 มิลลิลิตร ปริมาณปัสสาวะทั้งสิ้น 150 มิลลิลิตร ในผู้ป่วยรายนี้อาจจะได้รับสารน้ำน้อยเกินไปเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการเสียเลือด จึงทำให้ในขณะผ่าตัดผู้ป่วยมีปริมาณปัสสาวะเพียง 150 มิลลิลิตร ทั้งที่ผู้ป่วยได้รับ mannitol ก่อนผ่าตัดซึ่งเป้าหมายของการให้สารน้ำควรเป็น euvolemia เนื่องจากการให้สารน้ำที่มากเกินไประหว่างการผ่าตัดอาจทำให้ภาวะสมองบวมในผู้ป่วยรายนี้รุนแรงขึ้น และการให้สารน้ำที่น้อยเกินไปอาจนำไปสู่ความดันเลือดต่ำระหว่างการผ่าตัดส่งผลให้เลือดไปเลี้ยงสมองลดลงได้ เมื่อเสร็จผ่าตัด ผู้ป่วยยังคงใส่ท่อหายใจ ไม่ได้แก้ฤทธิ์ยาหย่อนกล้ามเนื้อ ย้ายผู้ป่วยกลับหอผู้ป่วย COVID-19 ระหว่างเคลื่อนย้าย ช่วยหายใจด้วย self-inflating bag ที่ต่อกับตัวกรองอากาศ HEPA

การดูแลผู้ป่วยหลังการให้ยาระงับความรู้สึก

เมื่อผู้ป่วยกลับมาหอผู้ป่วย COVID-19 จัดให้ผู้ป่วยนอนศีรษะสูง ตั้งเครื่องช่วยหายใจ ดังนี้ ปริมาตรอากาศที่ไหลเข้าปอด (tidal volume) 600 มิลลิลิตร อัตราการหายใจ 10 ครั้ง/นาที ความดันบวกหลังสิ้นสุดการหายใจออก (PEEP) 5 มิลลิเมตรปรอท ความเข้มข้นของออกซิเจน 70% ผู้ป่วยไม่ได้รับการรักษาโดยการจี้ทำนอนคว่ำ หลังผ่าตัด 12 ชั่วโมง ผู้ป่วยมีอุณหภูมิกาย 38.5 องศาเซลเซียส ชีพจร 90 ครั้งต่อนาที ความดันเลือด 85/55 มิลลิเมตรปรอท ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการพบว่า ความเข้มข้นของระดับฮีโมโกลบิน ความสมดุลของเกลือแร่ สมรรถภาพการทำงานของไต และการแข็งตัวของเลือดอยู่ในเกณฑ์ปกติ ผู้ป่วยได้รับยาพาราเซตามอล

500 มิลลิกรัม ทางสายยางทางจมูก เมื่อมีไข้ทุก 6 ชั่วโมง ได้รับ piperacillin/tazobactam 4.5 กรัม ทางหลอดเลือดดำ ทุก 6 ชั่วโมง หลังได้รับการรักษาด้วย norepinephrine ความดันเลือดเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 110-140/75-90 มิลลิเมตรปรอท ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด 95-96% ประเมินระดับความรู้สึกตัวพบว่า E1VTM1 รูม่านตาด้านขวา 3 มิลลิเมตร ไม่ตอบสนองต่อแสง รูม่านตาด้านซ้าย 1.5 มิลลิเมตรตอบสนองต่อแสงเล็กน้อย ระดับกำลังกล้ามเนื้อไม่สามารถยับยั้งได้ (Grade I) ไม่มีปฏิกิริยาขย้อน (gag reflex) ประสาทศัลยแพทย์ร่วมปรึกษากับประสาทอายุรแพทย์และญาติของผู้ป่วย มีความเห็นร่วมกันว่าให้การดูแลผู้ป่วยแบบประคับประคอง ไม่ทำการกู้ชีพ เนื่องจากผู้ป่วยมีการพยากรณ์โรคแย่มาก อาการหนักที่คาดว่าจะเสียชีวิต

อภิปราย

การทำผ่าตัดหรือทำหัตถการในผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ต้องคำนึงถึงทั้งความปลอดภัยของผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์ มีสิ่งที่ต้องพิจารณาคือลำดับความเร่งด่วนของโรค ผู้ป่วยรายนี้จัดอยู่ในกลุ่มที่มีภาวะเร่งด่วนฉุกเฉิน (ถ้าไม่ได้รับการผ่าตัดภายใน 24 ชั่วโมงจะเป็นอันตรายต่อชีวิตหรือเกิดภาวะทุพพลภาพ) ควรเป็นการพิจารณาร่วมกันระหว่างศัลยแพทย์ วิกฤติแพทย์ อายุรแพทย์ และผู้ป่วย/ญาติ¹ มีแนวทางแนะนำจากราชวิทยาลัยวิกฤติแพทย์แห่งประเทศไทย² และ American Society of Anesthesiologists เรื่องการเตรียมผ่าตัดให้ปฏิบัติตามหลัก standard precautions ตั้งแต่เริ่มเคลื่อนย้ายผู้ป่วยมาห้องผ่าตัด ระหว่างการผ่าตัด หลังการผ่าตัด จนถึงเคลื่อนย้ายกลับหอผู้ป่วย³ เช่นเดียวกันกับคำแนะนำจาก Society for Neuroscience in Anesthesiology and Critical Care (SNACC) ให้บุคลากรทางวิสัญญีสวม

อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) ให้จำกัดจำนวนบุคลากรในห้องผ่าตัดให้น้อยที่สุด โดยเฉพาะช่วงเวลาการใส่และถอดท่อช่วยหายใจเนื่องจากเป็นหัตถการที่มีความเสี่ยงสูง ก่อให้เกิดฝอยละอองขนาดเล็ก (aerosol) และก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของเชื้อ ให้ใส่หน้ากาก N95 หรือถ้ามี powered air-purifying respirator (PAPR) ให้ใช้ PAPR รวมทั้งสวมแว่นตาป้องกัน หรือ กระบังหน้า (face shield) ถุงมือ 2 ชั้น และเสื้อคลุมแขนยาวกันน้ำ ให้บุคลากรที่มีความชำนาญในการใส่ท่อช่วยหายใจเป็นผู้ใส่ท่อช่วยหายใจ ใส่ท่อช่วยหายใจในห้องผ่าตัดความดันลบด้วยวิธี rapid sequence induction (RSI) เพื่อหลีกเลี่ยงการช่วยหายใจผ่านหน้ากากซึ่งเพิ่มโอกาสการแพร่กระจายของเชื้อไวรัส และให้ใช้ video-laryngoscope แบบแยกจอ ที่ blade ทำจากพลาสติกสามารถเปลี่ยน blade ได้⁴ ถ้าไม่มีห้องผ่าตัดความดันลบ ให้ใช้ห้องผ่าตัดที่มีการหมุนเวียนของอากาศอย่างน้อยที่สุดมีอัตราการหมุนเวียนอากาศ 15 ครั้งต่อชั่วโมง หลังจากใส่ท่อช่วยหายใจเสร็จสิ้นให้รอ 6-15 นาที จึงให้ทีมศัลยแพทย์เข้าทำการผ่าตัด¹ เมื่อเสร็จการผ่าตัดกรณีทำการถอดท่อช่วยหายใจ ควรหลีกเลี่ยงการทำให้ผู้ป่วยไอ และให้ออกซิเจนแก่ผู้ป่วยไม่เกิน 6 ลิตรต่อนาที โดยให้ผู้ป่วยใส่หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ตลอดเวลา⁶ เมื่อผู้ป่วยถูกเคลื่อนย้ายออกจากห้องผ่าตัด ต้องทิ้งระยะเวลาที่เพียงพอเพื่อให้มีการหมุนเวียนอากาศมากพอ เช่น อัตราการหมุนเวียนอากาศ 15 ครั้งต่อชั่วโมงนานประมาณ 30 นาทีเพื่อที่จะกำจัด airborne infectious contamination ได้ 99.9%² ในผู้ป่วยรายนี้ได้รับการใส่ท่อช่วยหายใจมาจากหอผู้ป่วยโดยทีมวิสัญญี ด้วยวิธี RSI ใช้ video-laryngoscope แบบแยกจอ และหลังเสร็จการผ่าตัดผู้ป่วยได้รับการคาท่อช่วยหายใจและส่งผู้ป่วยกลับที่หอผู้ป่วย COVID-19 ช่วยหายใจด้วย self-inflating bag ที่ต่อกับตัวกรองอากาศ HEPA อีกสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงในช่วงโรคระบาดของโรค COVID-19 คือ สุขภาพกายและสุขภาพจิตของบุคลากรทางการแพทย์เป็นสิ่งจำเป็นที่จะก่อให้เกิดความ

ยังยืนในการดูแลผู้ป่วย ระยะเวลาการผ่าตัดที่นาน ร่วมกับ ความเหนื่อยล้าจากการทำงาน การสวมอุปกรณ์ป้องกัน ส่วนบุคคล (PPE) เป็นเวลานาน อีกทั้งมีความเสี่ยงสูงต่อการได้รับเชื้อและความเครียดทางจิตใจเป็นสิ่งที่พบได้ ในการระงับความรู้สึกผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดทางระบบ ประสาท ดังนั้นควรมีการบริหารจัดการให้มีบุคลากรทาง วิชาชีพที่เพียงพอ มีการเปลี่ยนให้พักเมื่อต้องให้บริการ ระงับความรู้สึกเป็นเวลานาน เพื่อให้ผู้ป่วยและบุคลากร ทางการแพทย์มีความปลอดภัย

มีหลักฐานบ่งชี้ว่าผู้ป่วยที่ติดเชื้อโควิด-19 เพิ่ม ความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดสมองตีบเฉียบพลันโดยพบ ได้ร้อยละ 5.7 และพบว่าผู้ป่วยมีระดับความรู้สึกตัวซึมลง (impaired consciousness) สูงถึงร้อยละ 15 ในกลุ่ม ผู้ป่วยที่ติดเชื้อ COVID-19 รุนแรง⁷ เช่นเดียวกับการศึกษา ของ Li และคณะพบอุบัติการณ์การเกิดโรคหลอดเลือด สมองตีบเฉียบพลันและภาวะเลือดออกในสมองในผู้ป่วย ติดเชื้อ COVID-19 ร้อยละ 5 และ ร้อยละ 1 ตามลำดับ โดยพบว่าปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้ผู้ป่วยเกิดโรคหลอดเลือด สมอง ได้แก่ สูงอายุ ติดเชื้อ COVID-19 รุนแรง มีภาวะ การแข็งตัวของเลือดมากผิดปกติ ส่งผลให้พบอัตราการตาย ในผู้ป่วยติดเชื้อ COVID-19 ที่มีภาวะแทรกซ้อนจาก โรคหลอดเลือดสมองสูงถึงร้อยละ 38⁸ Kihira และคณะ พบว่า ผู้ป่วยติดเชื้อ COVID-19 มีความเสี่ยงในการ เกิดโรคของหลอดเลือดสมองขนาดใหญ่สูงกว่า ผู้ป่วยไม่ติดเชื้อ COVID-19 ถึง 2.4 เท่า โดยร้อยละ 62 มีรอยโรคที่ตำแหน่ง M1-M2 segment ของ middle cerebral arteries นำมาซึ่งการเกิดภาวะสมองบวม⁹ American Stroke Association มีคำแนะนำในการรักษา ผู้ป่วยที่มีภาวะสมองบวมจากโรคหลอดเลือดสมองตีบ และอุดตันเฉียบพลัน ดังนี้ ให้ osmotic drug เช่น 20% mannitol ทางหลอดเลือดดำ ควบคุมการหายใจให้ เร็วขึ้นปานกลางในระยะเวลาสั้นๆ จนทำให้ค่าความดัน ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดง (PaCO₂) 30-34 มิลลิเมตรปรอท ไม่แนะนำให้ทำการลดอุณหภูมิกาย และ

barbiturate coma หลีกเลี่ยงการให้ยา corticosteroids เนื่องจากไม่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าเกิดประโยชน์และ เพิ่มความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ หากให้การรักษาด้วยยา อย่างมีประสิทธิภาพแล้วโรคหลอดเลือดสมองตีบและ อุดตันดังกล่าวมีรอยโรคเพิ่มขึ้นให้ทำการผ่าตัดเปิด กะโหลกศีรษะเพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะ โดย แนะนำว่ากลุ่มผู้ป่วยอายุน้อยกว่า 60 ปี ควรได้รับการ ผ่าตัดภายใน 48 ชั่วโมง หลังอาการเลวลงจากภาวะ สมองบวมเนื่องมาจากสมองขาดเลือดเฉียบพลันจากการ อุดตันของหลอดเลือด middle cerebral ส่วนใน กลุ่มผู้ป่วยที่มีอายุมากกว่า 60 ปี อาจพิจารณาผ่าตัด เปิดกะโหลกศีรษะเพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะ เนื่องจากหลังการผ่าตัดผลลัพธ์ด้านความสามารถ (functional outcomes) ในกลุ่มผู้ป่วยอายุมากกว่า 60 ปี จะแย่กว่ากลุ่มผู้ป่วยที่อายุน้อยกว่า 60 ปี¹⁰ นอกจากนี้การผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะเพื่อลดความดัน ในกะโหลกศีรษะที่เร็วขึ้นภายใน 24 ชั่วโมงหลังเกิดภาวะ สมองขาดเลือดเฉียบพลันเป็นบริเวณกว้าง หรือก่อนที่ ผู้ป่วยจะมีภาวะสมองเคลื่อน (brain herniation) จะ ส่งผลช่วยลดอัตราการตายและเพิ่มผลลัพธ์ด้านความ สามารถ (functional outcomes) ของผู้ป่วยได้¹¹ สิ่งสำคัญในการระงับความรู้สึกผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด เปิดกะโหลกศีรษะ เพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะ คือ การทำให้ความดันเลือดที่ไปเลี้ยงสมองเพียงพอ (optimization of cerebral perfusion pressure) ซึ่งมี หลักการดังนี้ ควบคุมความดันในกะโหลกศีรษะให้ ไม่เกิน 20 มิลลิเมตรปรอท ควบคุมความดันเลือดที่ ไปเลี้ยงสมอง ≥ 60 มิลลิเมตรปรอท ควบคุมค่าความดัน เลือดแดงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 75-85 มิลลิเมตรปรอท การ ให้ osmotic drug ทางหลอดเลือดดำ ควบคุมค่าความ เข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจที่ขณะหายใจ ออกสุด (end-tidal CO₂) อยู่ระหว่าง 30-35 มิลลิเมตร ปรอท ควบคุมการหายใจโดยให้มีปริมาตรอากาศที่ไหล เข้าปอด (tidal volume) 6 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมของ

น้ำหนักในอุดมคติ (ideal body weight) ความดันบวก หลังสิ้นสุดการหายใจออก (positive end expiratory pressure; PEEP) น้อยกว่า 8 เซนติเมตรน้ำ แรงดันสูงสุดที่วัดได้ในระหว่างการหายใจเข้า (peak airway pressure) น้อยกว่า 30 เซนติเมตรน้ำ และ ความดันที่ใช้ในการเพิ่มปริมาตรปอดในช่วงของการหายใจเข้า (driving pressure) ไม่เกิน 15 เซนติเมตรน้ำ ปรับระดับความลึกของการระงับความรู้สึกให้ Bispectral index (BIS) มีค่า 40 เผื่อระวังและควบคุมไม่ให้ผู้ป่วยมีไข้ ควบคุมให้ระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ระหว่าง 140-180 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร รักษาความสมดุลของเกลือแร่ในร่างกาย เลือกใช้สารน้ำเป็น isosmotic solutions และการให้ยาป้องกันการชัก¹² การผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะเพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะเป็นการผ่าตัดเพื่อช่วยชีวิตผู้ป่วยที่มีภาวะสมองขาดเลือดเฉียบพลันเป็นบริเวณกว้าง อย่างไรก็ตามในผู้ป่วยติดเชื้อ COVID-19 ยังไม่มีข้อกำหนดที่ชัดเจนว่าควรใช้ข้อบ่งชี้สำหรับการผ่าตัด เช่นเดียวกับผู้ป่วยที่ไม่ติดเชื้อ COVID-19 หรือไม่โดยพบอัตราการตายในผู้ป่วยติดเชื้อ COVID-19 ที่ได้รับการผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะเพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะร้อยละ 33 ไม่ต่างกับผู้ป่วยที่ไม่ติดเชื้อ Sáez-Alegre และคณะจึงมีคำแนะนำให้ใช้ข้อบ่งชี้สำหรับการผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะเพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะ เช่นเดียวกับผู้ป่วยที่ไม่ติดเชื้อ COVID-13¹³ เช่นเดียวกับ Liang และคณะแนะนำว่าผู้ป่วยติดเชื้อ COVID-19 ที่มีภาวะสมองขาดเลือดเฉียบพลันเป็นบริเวณกว้าง ควรได้รับการผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะ เพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะเพื่อเป็นการช่วยชีวิตผู้ป่วย¹⁴ เนื่องจากในผู้ป่วยรายนี้มีภาวะความดันภายในโพรงกะโหลกศีรษะสูง ร่างกายจะมีการหลั่งสาร catecholamine เพิ่มขึ้น ทำให้ระบบประสาทซิมพาเทติกทำงานเพิ่มขึ้น ก่อนการผ่าตัดจะพบภาวะความดันเลือดสูงและอัตราการเต้นของหัวใจเร็ว ดังนั้นขณะทำการผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะผู้ป่วยจึงมีภาวะความดันเลือดต่ำและอัตราการเต้นของหัวใจเร็ว

เนื่องจากภาวะความดันภายในโพรงกะโหลกศีรษะที่สูงจะลดลงอย่างเฉียบพลัน ทำให้การทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกลดลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้หลอดเลือดส่วนปลายขยายพร้อมกับการกลับมาทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกที่เด่นขึ้น¹⁵ สิ่งหนึ่งที่ต้องพึงระวังคือการที่ผู้ป่วยได้รับ mannitol มาก่อนการผ่าตัด อาจก่อให้เกิดภาวะขาดน้ำ อันจะส่งผลให้ภาวะความดันเลือดต่ำลง ดังนั้นควรมีการประเมินระดับการขาดน้ำของผู้ป่วยก่อนที่จะให้ยาเพิ่มความดันเลือด

อีกประเด็นสำคัญคือผู้ป่วยติดเชื้อ COVID-19 จะมีค่า D-dimer เพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มอายุ โดยเฉพาะผู้ป่วยติดเชื้อ COVID-19 ที่มีโรคร่วม เช่น เบาหวาน มะเร็ง โรคหลอดเลือดสมอง และตั้งครรภ์ อาจทำให้ระดับ D-dimer ยังมีค่าเพิ่มขึ้น ในกรณีที่ผู้ป่วยอายุ 50 ปีขึ้นไป American College of Physicians เสนอให้แบ่งระดับ D-dimer ที่ปรับตามอายุมากกว่าค่าจุดตัด (cut-off) ค่าจุดตัดที่ปรับตามอายุสามารถคำนวณได้โดย อายุ $\times$ 0.01 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตัวอย่างเช่น ในคนอายุ 59 ปี จะเป็น 0.59 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร¹⁶ โดยปกติในผู้ป่วยทั่วไปจะตรวจพบค่า D-dimer น้อยกว่า 0.5 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร หากพบว่ามีค่า D-dimer สูงกว่าค่าจุดตัดมากกว่า 3 เท่า ให้ตรวจคัดกรองเพื่อค้นหาภาวะลิ่มเลือดอุดตันในหลอดเลือดดำ (venous thromboembolism; VTE) หากผู้ป่วยติดเชื้อ COVID-19 มีค่า D-dimer เพิ่มขึ้น 4 เท่าจะเพิ่มอัตราการตาย และผู้ป่วยที่มีปอดอักเสบจากเชื้อ COVID-19 จะพบภาวะแทรกซ้อนเกิดลิ่มเลือดอุดตันในหลอดเลือดดำมากขึ้น¹⁷

American Society of Hematology (ASH) แนะนำให้ผู้ป่วยที่ติดเชื้อ COVID-19 รุนแรงหรืออยู่ในระยะวิกฤติควรได้รับยาต้านการแข็งตัวของเลือด (anticoagulation) ในขนาดยามาตรฐานเพื่อป้องกันการเกิดภาวะลิ่มเลือดอุดตันในหลอดเลือดดำ ไม่ว่าผู้ป่วยรายนั้นจะได้รับการยืนยันว่ามีภาวะลิ่มเลือดอุดตันในหลอดเลือดดำ (VTE) หรือไม่ก็ตาม¹⁸ ซึ่งแม้ว่าค่า

D-dimer 2 วันก่อนผ่าตัดในผู้ป่วยรายนี้จะมีค่า 2,802 ng/mL แต่ผู้ป่วยไม่ได้รับยาต้านการแข็งตัวของเลือด เนื่องจากผู้ป่วยมีโอกาสเข้ารับการผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะเพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะ และผู้ป่วยรายนี้มีปัจจัยเสี่ยงที่เพิ่มอัตราการตาย คือ เพศชาย สูงอายุ ติดเชื้อโควิด-19 รุนแรง (ปอดอักเสบจากเชื้อโควิด-19) ความดันโลหิตสูง และมีค่า D-dimer เพิ่มขึ้น 4 เท่าจากค่าปกติ^{8,17,19}

สรุป

ผู้ป่วยติดเชื้อ COVID-19 รายนี้เข้ารับการผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะเพื่อลดความดันในกะโหลกศีรษะ ถูกเฝ้าจากภาวะสมองบวมขนาดใหญ่อันมีสาเหตุมาจากโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือด ซึ่งต้องประเมินผู้ป่วยเพื่อค้นหาความเสี่ยงและต้องให้การเตรียมผู้ป่วยก่อนการระงับความรู้สึกในเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้ป่วยเข้ารับการผ่าตัดอย่างรวดเร็ว และได้รับการดูแลขณะระงับความรู้สึกและหลังการระงับความรู้สึกที่ดีตามมาตรฐาน ร่วมกับควรปฏิบัติตามประกาศราชวิทยาลัยวิสัญญีแพทย์แห่งประเทศไทยเรื่องแนวทางให้การระงับความรู้สึกผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยหรือสงสัยว่ามีการติดเชื้อ COVID-19 เพื่อป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อระหว่างผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์

เอกสารอ้างอิง

1. กรมการแพทย์. แนวปฏิบัติการทำหัตถการและการผ่าตัดใน สถานการณ์การระบาดของ COVID-19 [Internet]. 7 พฤษภาคม 2563 [สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2564]. สืบค้นจาก: [https://covid19.dms.go.th/backend/Content/Content_File/Covid_Health/Attach/25630514135316M_%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8%20OR%20COVID%20\(update\).pdf](https://covid19.dms.go.th/backend/Content/Content_File/Covid_Health/Attach/25630514135316M_%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8%20OR%20COVID%20(update).pdf)
2. ราชวิทยาลัยวิสัญญีแพทย์แห่งประเทศไทย. แนวทางปฏิบัติการดูแลผู้ป่วยที่ติดเชื้อ หรือสงสัยว่าติดเชื้อ COVID-19 ในการระงับความรู้สึก [Internet]. 15 มีนาคม 2563 [สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2564]. สืบค้นจาก: <http://www.anesthai.org/public/images/content/15032563%20แนวทางแนวทางปฏิบัติการดูแลผู้ป่วย%20COVID-19%20ฉบับ%2015%20มี.ค.2563.pdf>
3. American Society of Anesthesiologists. The use of personal protective equipment by anesthesia professionals during the COVID-19 pandemic. [Internet]. 2020 [cited 2 December 2020]. Available from: <https://www.asahq.org/about-asa/newsroom/news-releases/2020/06/revised-the-use-of-personal-protective-equipment-by-anesthesia-professionals-during-the-covid-19-pandemic>
4. Flexman AM, Abcejo AS, Avitsian R, et al. Neuroanesthesia practice during the COVID-19 pandemic: recommendations from Society for Neuroscience in Anesthesiology and Critical Care (SNACC). J Neurosurg Anesthesiol. 2020;32:202-9.
5. Simonds AK, Hanak A, Chatwin M, et al. Evaluation of droplet dispersion during non-invasive ventilation, oxygen therapy, nebuliser treatment and chest physiotherapy in clinical practice: implications for management of pandemic influenza and other airborne infections. Health Technol Assess. 2010;14:131-72.
6. Chen X, Liu Y, Gong Y, et al. Perioperative management of patients infected with the novel coronavirus: recommendation from the Joint Task Force of the Chinese Society of Anesthesiology

- and the Chinese Association of Anesthesiologists. *Anesthesiology*. 2020;132:1307-16.
7. Mao L, Jin H, Wang M, et al. Neurologic manifestations of hospitalized patients with coronavirus disease 2019 in Wuhan, China. *JAMA Neurol*. 2020;77:683-90.
 8. Li Y, Li M, Wang M, et al. Acute cerebrovascular disease following COVID-19: a single center, retrospective, observational study. *Stroke Vasc Neurol*. 2020;5:279-84.
 9. Kihira S, Schefflein J, Mahmoudi K, et al. Association of coronavirus disease (COVID-19) with large vessel occlusion strokes: a case-control study. *Am J Roentgenol*. 2021;216:150-6.
 10. Warner JJ, Harrington RA, Sacco RL, Elkind MSV. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: 2019 update to the 2018 guidelines for the early management of acute ischemic stroke. *Stroke*. 2019;50:3331-2.
 11. Shah A, Almenawer S, Hawryluk G. Timing of decompressive craniectomy for ischemic stroke and traumatic brain injury: a review. *Front Neurol*. 2019;10:11.
 12. Souper N, Jiménez C, Maldonado F. Anesthetic management of a patient with ongoing thrombolytic therapy during decompressive craniectomy: a case report. *A A Pract*. 2018;11:304-8.
 13. Sáez-Alegre M, García-Feijoo P, Millán P, et al. Case report: decompressive craniectomy for COVID-19 malignant cerebral artery infarction. Is surgery a good option? *Front Neurol*. 2021;12:632036.
 14. Liang JW, Reynolds AS, Reilly K, et al. COVID-19 and decompressive hemicraniectomy for acute ischemic stroke. *Stroke*. 2020;51:e215-8.
 15. Rahimifar M, Tator CH, Shanlin RJ, Sole MJ. Effect of blood transfusion, dopamine, or normal saline on neurogenic shock secondary to acutely raised intracranial pressure. *J Neurosurg*. 1989;70:932-41.
 16. Raja AS, Greenberg JO, Qaseem A, Denberg TD, Fitterman N, Schuur JD. Clinical guidelines committee of the American College of Physicians. Evaluation of patients with suspected acute pulmonary embolism: best practice advice from the clinical guidelines committee of the American College of Physicians. *Ann Intern Med*. 2015;163:701-11.
 17. Velavan TP, Meyer CG. Mild versus severe COVID-19: laboratory markers. *Int J Infect Dis*. 2020;95:304-7.
 18. Cuker A, Tseng EK, Nieuwlaat R, et al. American Society of Hematology 2021 guidelines on the use of anticoagulation for thromboprophylaxis in patients with COVID-19. *Blood Adv*. 2021;5:872-88.
 19. Dessie ZG, Zewotir T. Mortality-related risk factors of COVID-19: a systematic review and meta-analysis of 42 studies and 423,117 patients. *BMC Infect Dis*. 2021;21:855.