



Anesthetic considerations for endovascular treatment of acute ischemic stroke

Tumul Chowdhury, MD, DM, FRCPC · Alana M. Flexman, MD, FRCPC · Melinda Davis, BMed, FANZCA

Received: 10 October 2020 / Revised: 6 May 2021 / Accepted: 8 December 2021
© Canadian Anesthesiologists' Society 2022

Abstract

Purpose *The purpose of this Continuing Professional Development module is to provide information pertaining to anesthetic considerations and management of endovascular thrombectomy (EVT) for patients with acute ischemic stroke.*

Principal findings *Acute ischemic stroke is a devastating neurologic disorder and timely intervention is key to a good neurologic outcome. This article provides an overview of three important concepts: pathophysiology and disease characteristics of acute ischemic stroke, and the procedural and anesthetic aspects of EVT. Key considerations include recognition of stroke symptoms, timing and urgency of intervention, procedural considerations for anesthesiologists, risks and benefits of different anesthetic techniques, and a summary of recent guidelines. In particular, current recommendations for blood pressure management in this setting are reviewed.*

Conclusions *Timely intervention for patients with acute ischemic stroke is of utmost importance. Endovascular thrombectomy is a minimally invasive procedure that has*

evolved over recent decades and improves outcomes for selected patients with ischemic stroke. Anesthesiologists should have a good understanding of potential complications and anesthetic options. Recent randomized trials have shown that both general anesthesia and sedation are associated with good outcomes; the anesthetic approach should be individualized and may vary by institution. Careful monitoring and maintenance of hemodynamic goals are critical, as is effective communication with the multidisciplinary team.

Keywords anesthesia · endovascular · guidelines · ischemic stroke · sedation

Objectives of this Continuing Professional Development module:

After reading this module, the reader should be able to:

1. Describe the pathophysiology and sequelae of acute ischemic stroke;
2. Apply the current guidelines relevant to anesthetic management of patients presenting for endovascular thrombectomy;
3. Formulate an anesthetic plan for an individual patient presenting for endovascular thrombectomy based on the relative advantages and disadvantages of general anesthesia and sedation;
4. Prepare for the potential procedural complications of endovascular thrombectomy for stroke and appropriate anesthetic management.

Stroke is a devastating neurologic disease that presents with sudden loss of brain function due to interruption of

T. Chowdhury, MD, DM, FRCPC (✉)
Toronto Western Hospital, University Health Network, Toronto,
ON, Canada
e-mail: Tumul.Chowdhury@uhn.ca

A. M. Flexman, MD, FRCPC
Department of Anesthesiology, Pharmacology & Therapeutics,
The University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada

Department of Anesthesia, Providence Health Care/St. Paul's
Hospital, Vancouver, BC, Canada

M. Davis, BMed, FANZCA
Department of Anesthesiology, Perioperative and Pain Medicine,
University of Calgary, Calgary, AB, Canada

cerebral blood supply. This disease results in substantial morbidity and mortality, representing the third commonest cause of death in Canada and the tenth largest contributor to disability-adjusted life years.¹ Endovascular thrombectomy (EVT) is a procedure in which a blood clot in the brain vasculature is retrieved using a minimally invasive technique, and is now considered a definitive treatment option for selected patients with ischemic stroke. Anesthesiologists require a thorough understanding of stroke pathophysiology, indications for EVT, complications, and anesthetic considerations. This Continuing Professional Development module provides a general overview of EVT for perioperative physicians with emphasis on anesthetic management and challenges.

Pathophysiology and sequelae of acute ischemic stroke

Stroke, or brain infarction, can be either ischemic or hemorrhagic in origin. This module focuses on ischemic stroke. Ischemic stroke is caused by the blockage of cerebral blood supply by a clot creating a focal area of ischemia which, if untreated, may progress to irreversible damage or infarction. The central core of insult has no to minimal flow and quickly becomes infarcted. This core is surrounded, however, by an ischemic penumbra. The penumbra represents salvageable tissue that continues to be perfused at minimal blood flow, but may transition from a repairable to irreparable state without timely intervention.²

If the duration of symptoms is less than 24 hr, the patient is considered to have had a transient ischemic attack (TIA). A TIA may be followed by an ischemic stroke or the stroke may occur without a preceding event. Ischemic strokes can be further divided depending on the anatomic vascular territory affected. Strokes involving the anterior circulation are more common than strokes involving the posterior circulation, with middle cerebral artery being the most frequent location. Common symptoms of stroke include sudden weakness (in extremities, face), problems in speech, loss of balance, dizziness, dysarthria, and visual changes. The American Stroke Association advocates using the F.A.S.T. recognition tool, which identifies facial drooping, arm weakness, speech problems, and time to call. Stroke severity is typically assessed using the National Institutes of Health Stroke Scale, ranging from 0 to 42, with increasing score representing higher stroke severity.

Nonmodifiable risk factors for stroke include age, sex, ethnicity/race, and family history of stroke.² Modifiable risk factors include hypertension, diabetes, hyperlipidemia, atrial fibrillation, smoking, obesity, and carotid artery disease.² Finally, the perioperative period has been

identified as a time of heightened risk for stroke, particularly in those who have a prior history of stroke.²

Procedural aspects of endovascular therapy for stroke

Until the last decade, the only approved treatment for acute ischemic stroke was intravenous thrombolysis with alteplase (recombinant tissue-type plasminogen activator or rt-PA), given within 3 to 4.5 hr of symptom onset. Endovascular therapy was developed as a new therapy for acute ischemic stroke and involves endovascular access to the cerebral circulation and targeted clot removal (Fig. 1). The procedure has evolved significantly over the past two decades, with the earliest treatment attempts involving administration of intra-arterial thrombolytics, although this was associated with an increased rate of intracranial hemorrhage.³ Subsequently, devices to perform mechanical thrombectomy were developed, and the first-generation mechanical embolus removal in cerebral ischemia (MERCi) corkscrew device was investigated in multiple trials with mixed results.⁴ A second generation of endovascular devices for mechanical thrombectomy, the stent-retrievers, were then developed as expandable stents deployed at the site of occlusion using a microcatheter and microwire.⁴ After deployment, the clot is captured in the stent lumen and the stent retriever is removed along with the clot. Direct aspiration of the clot using suction has also been shown to have similar outcomes to stent retrieval in a large multicentre trial.⁵ Balloon guide catheters are used to obtain flow arrest or reversal in the vessel to prevent distal migration of the thrombus.⁶ Current approaches typically include a combination of primary clot aspiration, stent retrievers, and balloon guide catheters to improve first pass success (Fig. 2).⁴ Vascular access for EVT is typically obtained through the femoral artery, less commonly the radial artery and, rarely, the carotid artery in patients with difficult or unachievable femoral access. Of note, patients with carotid artery access should be monitored closely for neck hematoma and may require vascular surgery assistance for sheath removal.

Efficacy and timing of EVT

Endovascular thrombectomy using contemporary devices has been supported by robust evidence showing benefit over conventional therapy along with the bulk of this evidence focusing on patients with large vessel occlusion in the anterior circulation. A meta-analysis of five randomized controlled trials (RCTs) using contemporary stent retrievers for acute anterior ischemic stroke found increased odds of good neurologic outcome in those

Fig. 1 Cerebral angiogram depicting (A) thrombus (arrow) in the left middle cerebral artery and (B) restoration of blood flow after successful aspiration thrombectomy. Angiographie cérébrale représentant (A) le thrombus (flèche) dans l'artère cérébrale moyenne gauche et (B) la restauration de la circulation sanguine après une thrombectomie avec aspiration réussie.

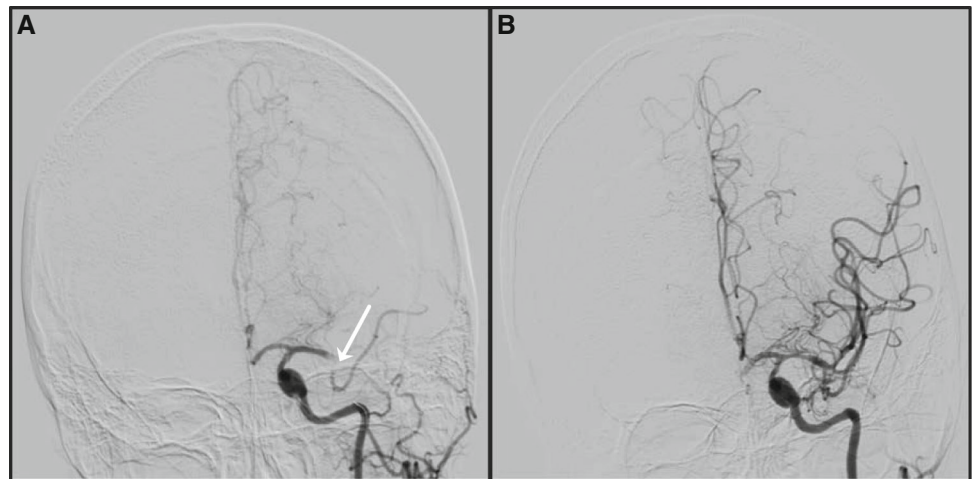
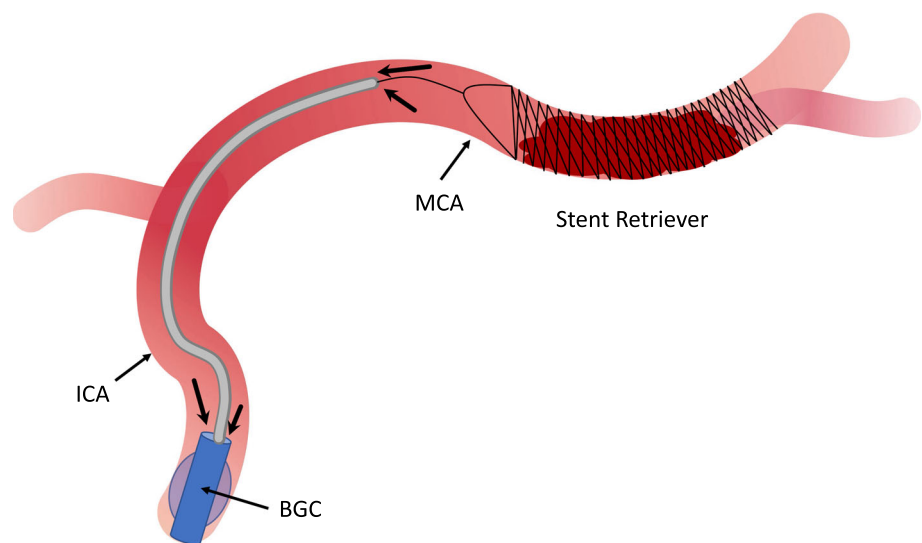


Fig. 2 Endovascular therapy through the internal carotid artery (ICA) to remove a thrombus in the proximal middle cerebral artery (MCA) using a combination of balloon guide catheter (BGC), aspiration (arrows), and a stent retriever. Traitement endovasculaire par l'artère carotide interne (ACI) pour retirer un thrombus dans l'artère cérébrale moyenne proximale à l'aide d'une combinaison de cathéter guide à ballonnet d'aspiration (flèches) et d'un stent-rétrieveur.



receiving EVT compared with control (adjusted odds ratio, 2.49; 95% confidence interval, 1.76 to 3.53; $P < 0.0001$) and a number needed to treat of 2.^{6,7} Stent retrievers are now considered the standard of care for patients with acute ischemic stroke and large vessel occlusion.⁸ Another recent systematic review found that intravenous thrombolysis combined with mechanical thrombectomy was associated with a higher rate of independent functioning, without increasing adverse events, and is preferred over intravenous thrombolysis or EVT alone in patients with large vessel occlusion.⁹

The evidence supporting EVT for large vessel posterior circulation strokes is less clear. A recent RCT investigating EVT for vertebrobasilar occlusion did not find a difference in favourable outcomes compared with medical management alone,¹⁰ although this trial was limited by poor group allocation and early termination. Current guidelines recommend offering EVT on an individualized

basis for posterior large vessel strokes (Table 1), with RCTs underway to inform future recommendations.⁸

Early trials established the benefit of EVT within 12 hr of symptom onset, and offered a viable therapeutic option to patients who exceeded the therapeutic window for intravenous thrombolysis. More recently, trials have supported the use of EVT in highly selected patients who present up to 24 hr after symptom onset. In this population, patients with large vessel occlusion and large areas of ischemic tissue not yet infarcted (i.e., small infarcted core with large penumbra) have improved outcomes compared with medical management alone.¹¹ This patient population requires advanced assessment using neuroimaging, specialized neurology, and neurointerventional radiology teams. The current Canadian Stroke Best Practice Recommendations for Acute Stroke Management distinguish between those presenting within or exceeding six hours of symptom onset, with a focus on computed tomography (CT) perfusion imaging to guide treatment in

Table 1 Summary of the Canadian Stroke Best Practice Recommendations for Acute Stroke Management: criteria for endovascular therapy⁸

All eligible patients should receive *iv* alteplase < 4.5 hours from symptom onset

STROKES INVOLVING THE ANTERIOR CIRCULATION

Patients arriving < 6 hr of stroke onset

- A small-to-moderate ischemic core (which may be estimated as an ASPECTS of 6 or higher)
- For patients with a large ischemic core, such as with an ASPECTS less than 6, the decision to treat should be based on the potential benefits and risks of the treatment
- Intracranial artery occlusion in the anterior circulation, including proximal large vessel occlusions in the distal internal carotid artery or MCA and immediate branches.

Patients arriving > 6 hr of stroke onset

- Sites using CT perfusion imaging should utilize software that provides reproducible objective measurements of ischemic core and penumbra
- An occluded proximal intracranial artery (carotid artery, M1 segment of the MCA, or proximal M2 divisions) of the anterior circulation
- Imaging and clinical evidence of small core and large area at risk (using trial criteria and including NIHSS and age)

STROKES INVOLVING THE POSTERIOR CIRCULATION

- For large artery occlusions in the posterior circulation (e.g., basilar artery occlusion), the decision to treat with EVT should be based on the potential benefits and risks of the treatment

ASPECTS = Alberta Stroke Program Early CT Score; CT = computed tomography; EVT = endovascular thrombectomy; MCA = middle cerebral artery; NIHSS = National Institutes of Health Stroke Scale

the latter group (Table 1).⁸ Once the decision to proceed with EVT is made, the procedure should be undertaken as quickly as possible as every hour of delay from symptom onset to EVT reduces the probability of functional independence by 5% and increases mortality.¹²

Procedural complications

Endovascular thrombectomy is associated with a range of both intracranial and extracranial complications, the most serious of which are intracranial hemorrhage (ICH) and cerebral arterial perforation or injury. Significant ICH occurs in approximately 8% of EVT patients, and risk factors include female sex, longer treatment interval, tirofiban use, and low Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS)^A on admission, indicating higher level of cerebral ischemia.¹³ Intracranial vessel perforation with contrast extravasation is uncommon (pooled incidence, 1.6%) and requires urgent intervention with high rates of morbidity and mortality. Immediate treatment involves reduction in blood pressure and observation for hemodynamic changes consistent with increased intracranial pressure. In patients who have received heparin, protamine (~10 mg/1,000 IU heparin) may be administered. Iatrogenic dissection of the carotid or vertebral arteries is relatively rare (2–4%) and often asymptomatic; treatment may include blood pressure

reduction, anti-platelet medication to reduce thrombotic complications, and balloon angioplasty or stenting.¹⁴

Extracranial complications such as access site complications (e.g., groin hematoma) have been reported in 2–11% of RCTs¹⁴ and are typically managed conservatively. Anesthesiologists should be vigilant about the development of angioedema and airway compromise, which occur in up to 5% of patients given intravenous thrombolysis,¹⁵ as these patients may require urgent intubation or delayed extubation. Finally, anaphylaxis to contrast media can occur during or after EVT, and should be managed with a combination of epinephrine, corticosteroids, H₂-blockers, and supportive management.

Anesthetic considerations for EVT

The goal of EVT is to facilitate restoration of perfusion as quickly as possible while maintaining adequate perfusion to the ischemic penumbra and avoiding secondary brain injury.

Preprocedural assessment and planning

Endovascular management of acute ischemic stroke is an emergency procedure with limited time available for preprocedural assessment of the patient. Assessment should be completed as quickly as possible and should not delay the procedure.¹⁶ Ideally, the anesthesiologist will be involved early after the decision is made to proceed to the interventional radiology suite as mobilization of

^A Alberta Stroke Program Early CT Score, Calgary Stroke Program, University of Calgary, Calgary, AB, Canada. Available from URL: <http://www.aspectsinstroke.com> (accessed January 2022).

anesthesia personnel and equipment could create delay. Depending on their stroke presentation, a direct history from the patient may not be possible. Additional information can often be obtained from electronic records, substitute decision makers, and the stroke neurology team. When possible, the patient's advance directives should be clarified, although this is not always possible because of time pressure and communication challenges. In addition to a rapid clinical relevant past medical history, the anesthesiologist should identify the presence of common comorbidities associated with acute ischemic stroke where possible. Preprocedural planning should include an assessment of the patient's neurologic status, which may vary from almost normal to comatose. Specific attention should be directed to the patient's ability to cooperate, protect their airway, and to lie flat for the procedure. The location of the vessel occlusion should be noted as this may have implications for choice of anesthetic technique.

Considerations for remote location

Anesthesia in the interventional neuroradiology suite has additional considerations. The environment may be less familiar to those attending and the remote location reduces access to additional help and equipment. Cramped conditions and poor lighting are common. During the procedure, access to the patient is limited and extensions on lines and circuit tubing may be required to accommodate movement of the table. Staff and patients are exposed to ionizing radiation. Appropriate protective measures should be used. Lead aprons and mobile shields, as well as the biplane angiography equipment, contribute to the physical challenges of accessing the patient during the procedure.

Anticoagulation

The procedural anesthesiologist should be aware that many patients with acute ischemic stroke will be taking oral anticoagulants or antiplatelet agents at baseline. Depending on the timing of presentation after their stroke, many patients will have received intravenous thrombolysis prior to EVT. During the procedure, intravenous heparin can be used to reduce thrombotic complications related to the microcatheter, although use of heparin (dosing) and anticoagulation monitoring varies by centre. In the event of a hemorrhagic complication, the heparin should be reversed with protamine and consideration given to reversing other pre-existing agents if relevant.

Choice of anesthetic technique

With the abovementioned considerations and anesthetic goals in mind, choice of anesthetic technique should be made on an individual basis taking into account patient needs and institutional protocols. General anesthesia, sedation, or only local anesthetic infiltration at the groin puncture site are all reasonable anesthetic options. While EVT is a largely nonstimulating procedure, manipulation of the cerebral vessels during clot extraction can transiently cause patient discomfort and movement. Typically, minimal analgesia is required during or after the procedure. There is no evidence to support one anesthetic technique over another, though there are advantages and disadvantages of each (Table 2). With respect to procedural complications, for example, vessel perforation, neither general anesthesia nor sedation has been shown to be safer.¹⁷ The topic of anesthetic technique for endovascular therapy for stroke has been debated over the last decade. Several retrospective observational studies reported that general anesthesia was associated with increased mortality and a worse neurologic outcome.^{18–21} These studies were all limited by their retrospective design and, in many instances, incomplete details about anesthetic technique, intraprocedural physiologic parameters, or the indications for general anesthesia. Interpretation of the results must consider the possibility that patients with more severe strokes required general anesthesia.

General anesthesia was not associated with worse outcome in three RCTs comparing techniques for EVT.^{22–24} There was no difference in early neurologic recovery, infarct volume, or complication rate in these RCTs. In contrast to the uncontrolled conditions of the observational studies that preceded them, the RCTs had stringent inclusion criteria and standardized hemodynamic and ventilatory goals. Furthermore, there was very little difference in door-to-groin puncture time between the general anesthesia and sedation groups, possibly because dedicated anesthesia teams were on call, which may not reflect real-world conditions at many institutions.

Both the observational studies and RCTs included small numbers of patients, and the RCTs were underpowered to detect a difference in primary outcome. As a result, several meta-analyses have been published. Although a 2017 meta-analysis of both retrospective and prospective studies found lower odds of achieving a favourable neurologic outcome associated with general anesthesia group,²⁵ a 2019 meta-analysis including only three RCTs found that general anesthesia results in higher rates of functional independence.²⁶ Despite the limitations of the RCTs, their results led to a paradigm shift whereby general anesthesia was considered a noninferior option for EVT.

Table 2 Advantages and disadvantages of general anesthesia and sedation for endovascular thrombectomy for acute ischemic stroke

	General anesthesia	Sedation
Advantages	<ul style="list-style-type: none"> • Still patient • Airway protection • Controlled ventilation 	<ul style="list-style-type: none"> • Potentially shorter time to start of procedure • Patient's neurologic status may be assessed during the procedure and sooner afterwards • Blood pressure more likely to be maintained closer to preprocedural levels
Disadvantages	<ul style="list-style-type: none"> • Relative hypotension is common • Potential for delay in start of procedure 	<ul style="list-style-type: none"> • Patient movement • Airway is unprotected • Neurologic status may deteriorate during procedure as stroke evolves

A common feature of the RCTs, however, was strict avoidance of hypotension, which may compromise collateral perfusion. Loss of autoregulation in the ischemic penumbra results in pressure-dependent flow, leaving it vulnerable to blood pressure changes.²⁷ A 2012 observational study found that lowest recorded systolic blood pressures of greater than 140 mm Hg were associated with better neurologic outcome.¹⁹ Another retrospective review found that a lowest mean arterial pressure of greater than 70 mm Hg was an independent predictor of favourable neurologic outcome.²⁸ This association between blood pressure and neurologic outcome is not limited to those receiving general anesthesia. Whalin *et al.* found that a drop in mean arterial pressure of greater than 10% of baseline was a strong risk factor for poor outcome in patients having EVT under sedation.²⁹ Defining a “safe” threshold for all patients, however, may be difficult. Some patients may be at greater risk from blood pressure reductions depending on their collateral perfusion.²⁷ Collateral perfusion can also be altered by arterial carbon dioxide (CO₂) concentration. Hyperventilation may enlarge the ischemic area through vasoconstriction, whereas hypoventilation-related vasodilation in the nonischemic brain may create a steal phenomenon. Studies have reported that both elevated and reduced end-tidal CO₂ concentration have been associated with unfavourable outcomes.³⁰ It should be noted that “general anesthesia” is not a single entity.³¹ As discussed here, alterations to physiologic parameters are important and may vary considerably from case to case. No data are available on outcomes associated with individual anesthetic agents.

At present, both the consensus statement from the Society for Neuroscience in Anesthesiology and Critical Care and guidelines from the American Heart Association recommend an individualized choice of anesthetic technique.^{16,32} The Canadian Stroke Best Practice recommendations include a statement that sedation is preferred to general anesthesia.⁸ General anesthesia should be considered for patients with agitation or inability to cooperate, reduced Glasgow Coma Scale score, vomiting,

and posterior circulation strokes. Sedation may be appropriate for patients who can lie flat, potentially for a long duration, and protect their airway, without concerns about respiratory depression or airway compromise. Conversion to general anesthesia could be required as the patient's condition may change with their evolving stroke. The optimum choice of anesthetic agents for EVT has not been determined. Anesthetic agents should be chosen according to patient need. Patients proceeding under general anesthesia may require rapid sequence induction as fasting status is typically unclear.

Intraoperative monitoring

In addition to standard monitoring, invasive arterial blood pressure monitoring should be considered especially for cases proceeding under general anesthesia, although placement of the arterial line should not delay the endovascular procedure.¹⁶ The femoral artery sheath used by the interventionalist may be accessed for invasive blood pressure monitoring if it is of sufficient caliber. Blood pressure management is a key consideration for these cases. A sudden increase in blood pressure can herald a catastrophic hemorrhagic event. The placement of an arterial line not only allows for more timely recognition of hemodynamic changes but also allows for the measurement of arterial blood gases and activated clotting times.

Physiologic goals during anesthesia

Irrespective of anesthesia technique, attention to modifiable parameters is important to ensure adequate perfusion of the penumbra and avoid secondary injury. Optimum blood pressure management of patients with acute ischemic stroke is complex.³² Patients may present with a hypertensive response to brain ischemia. Canadian Stroke Best Practice recommendations advise against rapid or

excessive lowering of blood pressure.³³ Nevertheless, an exaggerated hypertensive response may be associated with hemorrhagic conversion of the stroke. Current anesthesia guidelines recommend maintaining systolic blood pressure greater than 140 mm Hg and less than 180 mm Hg.¹⁶ After successful recanalization, blood pressure targets should be adjusted in discussion with the neurointerventionalist to avoid hemorrhagic conversion and hyperperfusion.⁸ Ventilation should target normocapnia (partial pressure of arterial CO₂ = 35–45 mm Hg) and an oxygen saturation of > 92%.¹⁶ There is no role for hyperoxia.³¹ Hyperglycemia is associated with poor outcome and should be avoided, including administration of dextrose-containing intravenous fluids.³² Finally, normothermia should be maintained and hyperthermia has been associated with poor outcome after stroke. There is no role for therapeutic hypothermia.³² Physiologic goals are summarized in Table 3.

Postprocedural considerations

After the procedure, early neurologic assessment is desirable and is important for identifying postprocedural complications such as ICH. Where there are no additional indications for ongoing mechanical ventilation, early extubation should be the goal. The location for this will vary based on institutional protocols. Blood pressure targets following successful thrombectomy should be

Table 3 Recommended physiologic goals during endovascular thrombectomy.

Blood pressure

Blood pressure should be continuously monitored or measured at least once every 3 min

Maintain systolic BP >140 mm Hg and < 180 mm Hg

Maintain diastolic BP < 105 mm Hg

Ventilation

Maintain SaO₂ > 92% and PaO₂ > 60 mm Hg

Maintain normocapnia (PaCO₂ 35–45 mm Hg)

Avoid respiratory depression induced hypercarbia during sedation

Temperature

Maintain temperature between 35°C and 37°C

Glucose

Glucose concentration should be maintained between 3.9 and 7.8 mmol·L⁻¹

Treatment for hypoglycemia should be initiated at glucose concentrations < 2.8 mmol·L⁻¹

Avoid glucose-containing fluids unless treating hypoglycemia

BP = blood pressure; PaCO₂ = arterial partial pressure of carbon dioxide; SaO₂ = oxygen saturation

discussed with the stroke neurology and interventional team, and will vary depending on degree of reperfusion and any intraprocedural complications. The patient's postprocedural destination will depend on their neurologic condition, ability to be extubated, and local stroke management protocols. They may be recovered in the postanesthesia care unit (PACU), a specialized neurointensive care unit or intensive care unit, depending on institutional policies. Following EVT, patients typically need to remain supine for four to six hours to avoid hematoma at the femoral artery puncture site.

Conclusion

In summary, timely management of acute ischemic stroke is of paramount importance. Choice of anesthetic technique should be made on an individualized basis. Irrespective of technique, the anesthesiologist should be familiar with aspects of the procedure, including potential complications, and the physiologic goals for the patient with acute ischemic stroke.

Clinical case scenario

A 70-yr-old patient undergoes an urgent left femoral–popliteal bypass under general anesthesia. His medical history includes type II diabetes, hypertension, atrial fibrillation, and smoking (one pack per day for 20 years). His medications include metformin, metoprolol, atorvastatin, and acetylsalicylic acid. His intraoperative course is unremarkable although he is noted to be in atrial fibrillation. After the conclusion of surgery, the patient is extubated and transferred to the PACU in a satisfactory condition. One hour postoperatively, you are called urgently to assess the patient, who has developed sudden onset slurring of his speech and right arm and leg weakness.

Instructions for completing the Continuing Professional Development (CPD) module:

1. Read the current article and the references indicated in **bold** (4, 8 and 16).
2. Go to: <http://www.cas.ca/Members/CPD-Online> and select the current module (Anesthetic considerations for endovascular treatment of acute ischemic stroke).
3. Answer the multiple-choice questions regarding the case scenario.
4. Once you have entered all your answers, you will have access to experts' explanations for all the possible choices.

5. Participants may claim up to four hours of CPD under Section 3 of the CPD program of the Royal College of Physicians and Surgeons of Canada.

Considérations anesthésiques pour le traitement endovasculaire de l'accident vasculaire cérébral ischémique aigu

Résumé

Objectif L'objectif de ce module de développement professionnel continu est de fournir des informations sur les considérations anesthésiques et la prise en charge de la thrombectomie endovasculaire (TEV) chez les patients atteints d'AVC ischémique aigu.

Constatations principales L'AVC ischémique aigu est un trouble neurologique dévastateur; une intervention rapide est la clé d'un bon devenir neurologique. Cet article donne un aperçu de plusieurs concepts importants : la physiopathologie et les caractéristiques pathologiques de l'AVC ischémique aigu, ainsi que les aspects procéduraux et anesthésiques de la TEV. Les principales considérations comprennent la reconnaissance des symptômes de l'AVC, le moment et l'urgence de l'intervention, les considérations procédurales pour les anesthésiologistes, les risques et les avantages des différentes techniques d'anesthésie, et un résumé des lignes directrices récentes. Plus spécifiquement, nous passerons en revue les recommandations actuelles pour la prise en charge de la pression artérielle dans un tel contexte.

Conclusions Une intervention rapide est essentielle pour les patients atteints d'AVC ischémique aigu. La thrombectomie endovasculaire est une procédure minimalement invasive qui a évolué au cours des dernières décennies et qui améliore les devenirs de certains patients atteints d'AVC ischémique. Les anesthésiologistes doivent avoir une bonne compréhension des complications potentielles et des options anesthésiques. Des études randomisées récentes ont montré que l'anesthésie générale et la sédation sont associées à de bons pronostics; l'approche anesthésique devrait être personnalisée et peut varier d'un établissement à l'autre. Un monitoring attentif et le maintien des cibles hémodynamiques sont essentiels, tout comme une communication efficace avec l'équipe multidisciplinaire.

Mots-clés accident vasculaire cérébral ischémique · anesthésie · endovasculaire · lignes directrices · sédation

Objectifs de ce module de Développement professionnel continu:

Après avoir lu ce module, le lecteur devrait être en mesure de:

1. Décrire la physiopathologie et les séquelles de l'AVC ischémique aigu;
2. Appliquer les lignes directrices actuelles relatives à la prise en charge anesthésique des patients se présentant pour une thrombectomie endovasculaire;
3. Formuler un plan anesthésique pour un patient se présentant pour une thrombectomie endovasculaire en fonction des avantages et inconvénients relatifs de l'anesthésie générale et de la sédation;
4. Se préparer aux complications procédurales potentielles de la thrombectomie endovasculaire pour l'AVC et à la prise en charge appropriée de l'anesthésie.

L'accident vasculaire cérébral (AVC) est une maladie neurologique dévastatrice qui se manifeste par une perte soudaine de la fonction cérébrale provoquée par l'interruption de l'approvisionnement en sang du cerveau. Cette maladie entraîne une morbidité et une mortalité importantes, représentant la troisième cause de décès la plus fréquente au Canada et le dixième plus grand contributeur aux années de vie ajustées à l'incapacité.¹ La thrombectomie endovasculaire (TEV) est une intervention dans laquelle un caillot de sang logé dans le système vasculaire cérébral est récupéré à l'aide d'une technique minimalement invasive; cette modalité est aujourd'hui considérée comme une option de traitement définitive pour certains patients atteints d'AVC ischémique. Les anesthésiologistes ont besoin d'avoir une compréhension approfondie de la physiopathologie de l'AVC, des indications pour une TEV, des complications et des considérations anesthésiques. Ce module de développement professionnel continu donne un aperçu général de la TEV pour les médecins périopératoires en mettant l'accent sur la prise en charge et les défis de l'anesthésie.

Physiopathologie et séquelles de l'AVC ischémique aigu

L'accident vasculaire cérébral, ou infarctus du cerveau, peut être d'origine ischémique ou hémorragique. Ce module se concentre sur l'AVC ischémique. L'AVC ischémique est causé par le blocage de l'approvisionnement en sang cérébral par un caillot créant une zone focale d'ischémie qui, si elle n'est pas traitée, peut évoluer vers des lésions irréversibles ou un infarctus. Le noyau central de l'insulte n'a pas de flux minimal et devient rapidement infarcté. Cependant, ce noyau est entouré d'une pénombre ischémique. La pénombre représente un tissu récupérable qui continue d'être perfusé à un flux sanguin minimal, mais peut passer d'un état réparable à un état irréparable s'il n'y a pas d'intervention rapide.²

Si la durée des symptômes est inférieure à 24 heures, le patient est considéré comme ayant eu un accident ischémique transitoire (AIT). Un AIT peut être suivi d'un AVC ischémique, mais un AVC peut également survenir sans événement précédent. Les accidents vasculaires cérébraux ischémiques peuvent être catégorisés plus précisément en fonction du territoire vasculaire anatomique affecté. Les accidents vasculaires cérébraux impliquant la circulation antérieure sont plus fréquents que les accidents vasculaires cérébraux impliquant la circulation postérieure, l'artère cérébrale moyenne étant l'emplacement le plus fréquent. Les symptômes courants de l'AVC comprennent une faiblesse soudaine (aux extrémités, au visage), des problèmes d'élocution, une perte d'équilibre, des étourdissements, une dysarthrie et des changements visuels. L'*American Stroke Association* préconise l'utilisation de l'outil de reconnaissance F.A.S.T., qui identifie l'affaissement du visage, une incapacité à lever les bras, des problèmes d'élocution, et le temps jusqu'à l'appel à l'aide (soit *facial drooping, arm weakness, speech problems, and time to call*). La gravité de l'AVC est généralement évaluée à l'aide de l'échelle des AVC des *National Institutes of Health*, allant de 0 à 42, avec un score croissant représentant une gravité d'AVC plus élevée.

Les facteurs de risque non modifiables d'un AVC comprennent l'âge, le sexe, l'origine ethnique ou la race, et les antécédents familiaux d'AVC.² Les facteurs de risque modifiables comprennent l'hypertension, le diabète, l'hyperlipidémie, la fibrillation auriculaire, le tabagisme, l'obésité et la maladie de l'artère carotide.² Enfin, la période périopératoire a été identifiée comme une période de risque accru d'AVC, en particulier chez les personnes présentant des antécédents d'AVC.²

Aspects procéduraux de la thrombectomie endovasculaire pour l'AVC

Jusqu'à il y a une dizaine d'années, le seul traitement approuvé pour l'AVC ischémique aigu était la thrombolyse intraveineuse avec altéplase (activateur tissulaire du plasminogène recombinant ou rt-PA), administrée dans les 3 à 4,5 heures suivant l'apparition des symptômes. La thérapie endovasculaire a été mise au point comme nouveau traitement pour l'AVC ischémique aigu et implique l'ouverture d'un accès endovasculaire à la circulation cérébrale et l'élimination ciblée des caillots (Fig. 1). La procédure a considérablement évolué au cours des vingt dernières années, avec les premières tentatives de traitement impliquant l'administration de thrombolytiques intra-artériels, bien que cette approche ait été associée à un taux accru d'hémorragie intracrânienne.³ Par la suite, des dispositifs destinés à réaliser une thrombectomie mécanique ont été mis au point, et les dispositifs en tire-bouchon de première génération visant à retirer mécaniquement l'embolie dans l'ischémie cérébrale (MERCİ - pour *mechanical embolus removal in cerebral ischemia*) ont été examinés dans plusieurs études, avec des résultats mitigés.⁴ Une deuxième génération de dispositifs endovasculaires pour réaliser une thrombectomie mécanique, les *stent-retrievers*, ont ensuite été développés sous forme de stents extensibles déployés jusqu'au site de l'occlusion à l'aide d'un microcathéter et d'un microfil.⁴ Une fois le dispositif déployé, le caillot est capturé dans la lumière du stent et le dispositif est retiré avec le caillot. Une vaste étude multicentrique a également démontré que l'aspiration directe du caillot par succion avait des résultats similaires à un retrait par stent.⁵ Les cathéters guides à ballonnet sont utilisés pour interrompre ou inverser le flux dans le vaisseau afin d'empêcher la migration distale du thrombus.⁶ Afin d'améliorer les chances de succès à la première tentative, les approches actuelles combinent en général diverses techniques d'aspiration du caillot principal, de *stent retrievers* et de cathéters guides à ballonnet (Fig. 2).⁴ L'accès vasculaire pour la TEV passe généralement via l'artère fémorale, moins souvent l'artère radiale, et, rarement, l'artère carotide chez les patients chez lesquels l'accès fémoral s'avère difficile ou irréalisable. Il convient de noter que les patients dont l'accès se fait par l'artère carotide doivent être monitorés de près pour surveiller l'apparition d'un hématome du cou et pourraient nécessiter une assistance chirurgicale vasculaire pour le retrait de la gaine.

Efficacité et moment de réalisation de la TEV

La thrombectomie endovasculaire réalisée à l'aide de ces dispositifs contemporains a été étayée par des données probantes solides démontrant leurs avantages par rapport au traitement conventionnel, ainsi que par la majeure partie de ces données se concentrant sur des patients présentant une occlusion des gros vaisseaux dans la circulation antérieure. Une méta-analyse de cinq études randomisées contrôlées (ERC) utilisant des *stents retrievers* contemporains pour traiter les accidents vasculaires cérébraux ischémiques antérieurs aigus a révélé une augmentation de la probabilité de devenir neurologiques favorables chez les personnes recevant une TEV par rapport au groupe témoin (rapport de cotes ajusté, 2,49; intervalle de confiance 95 %, 1,76 à 3,53; $P < 0,0001$) et un nombre de sujets à traiter de 2.^{6,7} Les *stent retrievers* sont maintenant considérés comme la norme de soins pour les patients atteints d'AVC ischémique aigu et d'occlusion des gros vaisseaux.⁸ Une autre revue systématique récente a révélé que la thrombolyse intraveineuse combinée à une thrombectomie mécanique était associée à un taux plus élevé d'indépendance fonctionnelle, sans augmentation des événements indésirables, et est préférable à la thrombolyse intraveineuse ou à la TEV seule chez les patients présentant une occlusion des gros vaisseaux.⁹

Les données probantes à l'appui de la TEV pour les accidents vasculaires cérébraux de la circulation postérieure des grands vaisseaux sont moins claires. Une

ERC récente portant sur la TEV pour une occlusion vertébrobasilaire n'a pas démontré de différence dans les devenir favorables par rapport à une prise en charge médicale seule,¹⁰ bien que cette étude ait été limitée par une mauvaise répartition des groupes et son interruption précoce. Les lignes directrices actuelles recommandent d'offrir la TEV sur une base personnalisée pour les AVC des gros vaisseaux postérieurs (Tableau 1), et des ERC sont en cours pour éclairer les recommandations futures.⁸

Les premières études ont établi les avantages de la TEV dans les 12 heures suivant l'apparition des symptômes et ont offert une option thérapeutique viable aux patients qui dépassaient la fenêtre thérapeutique recommandée pour la thrombolyse intraveineuse. Plus récemment, des études ont soutenu l'utilisation de la TEV chez des patients rigoureusement sélectionnés qui se présentent jusqu'à 24 heures après l'apparition des symptômes. Dans cette population, les patients présentant une occlusion des gros vaisseaux et de grandes zones de tissu ischémique non encore infarctées (c'est-à-dire un petit noyau infarcté avec une grande pénombre) ont de meilleurs devenir par rapport à ceux bénéficiant d'une prise en charge médicale seule.¹¹ Cette population de patients nécessite une évaluation avancée à l'aide d'équipes de neuro-imagerie/ d'imagerie cérébrale, de neurologie spécialisée et de neuroradiologie interventionnelle. Les recommandations actuelles sur les Pratiques optimales de l'AVC au Canada pour la prise en charge de l'AVC en phase aiguë établissent une distinction entre les patients qui se présentent dans les

Tableau 1 Résumé des recommandations des pratiques optimales de soins de l'AVC canadiennes pour la prise en charge de l'AVC aigu : critères pour un traitement endovasculaire⁸

Tous les patients admissibles devraient recevoir de l'altéplase *iv* < 4,5 heures après l'apparition des symptômes

ACCIDENTS VASCULAIRES CÉRÉBRAUX IMPLIQUANT LA CIRCULATION ANTÉRIEURE

Patients arrivant < 6 heures après l'apparition de l'AVC

- Un noyau ischémique petit à modéré (qui peut être estimé comme un score de 6 ou plus sur l'échelle ASPECTS)
- Pour les patients ayant un noyau ischémique de grande taille, par exemple avec un score ASPECT inférieur à 6, la décision de traiter doit se fonder sur les avantages et les risques potentiels du traitement.
- Occlusion de l'artère intracrânienne dans la circulation antérieure, y compris les occlusions proximales des gros vaisseaux dans l'artère carotide interne distale ou artère cérébrale moyenne et ses branches immédiates.

Patients arrivant > 6 heures après l'apparition de l'AVC

- Les établissements utilisant l'imagerie de perfusion par tomographie par émission de positons doivent utiliser un logiciel qui procure des mesures objectives reproductibles du noyau ischémique et de la pénombre
- Une artère intracrânienne proximale occluse (artère carotide, segment M1 de l'artère cérébrale moyenne, ou divisions proximales M2) de la circulation antérieure
- Imagerie et preuves cliniques des petits noyaux et des grandes zones à risque (en utilisant des critères d'essai et en incluant le NIHSS et l'âge)

ACCIDENTS VASCULAIRES CÉRÉBRAUX IMPLIQUANT LA CIRCULATION POSTÉRIEURE

- Pour les occlusions des grandes artères dans la circulation postérieure (p. ex. occlusion de l'artère basilaire), la décision de traiter par TEV doit se fonder sur les avantages et les risques potentiels du traitement.

ASPECTS = Alberta Stroke Program Early CT Score; CT = tomographie par émission de positons; NIHSS = National Institutes of Health Stroke Scale; TEV = thrombectomie endovasculaire

six heures suivant l'apparition des symptômes ou plus tard, en mettant l'accent sur l'imagerie de perfusion par tomodensitométrie (TDM) pour guider le traitement dans ce second groupe (Tableau 1).⁸ Une fois la décision de procéder à une TEV prise, l'intervention doit être réalisée le plus rapidement possible, car chaque heure de retard entre l'apparition des symptômes et la TEV réduit la probabilité d'indépendance fonctionnelle de 5 % et augmente la mortalité.¹²

Complications procédurales

La thrombectomie endovasculaire est associée à plusieurs complications intracrâniennes et extracrâniennes, dont les plus graves sont l'hémorragie intracrânienne (HIC) et la perforation ou la lésion artérielle cérébrale. Une HIC significative survient chez environ 8 % des patients bénéficiant d'une TEV, et les facteurs de risque comprennent le sexe féminin, un intervalle de traitement prolongé, l'utilisation de tirofiban et un faible score de tomodensitométrie précoce selon le Programme d'AVC de l'Alberta (ASPECTS).¹³ La perforation vasculaire intracrânienne avec extravasation de contraste est rare (incidence cumulée, 1,6 %) et nécessite une intervention urgente, avec des taux élevés de morbidité et de mortalité. Le traitement immédiat implique une réduction de la pression artérielle et l'observation de changements hémodynamiques compatibles avec une augmentation de la pression intracrânienne. Chez les patients ayant reçu de l'héparine, de la protamine (~ 10 mg/1000 UI d'héparine) peut être administrée. La dissection iatrogène des artères carotides ou vertébrales est relativement rare (2 à 4 %) et souvent asymptomatique; le traitement peut inclure une réduction de la pression artérielle, des médicaments antiplaquettaires pour réduire les complications thrombotiques et une angioplastie par ballonnet ou une endoprothèse.^{14, B}

Des complications extracrâniennes telles que les complications au site d'accès (p. ex. hématome de l'aîne) ont été signalées dans 2 à 11 % des ERC¹⁴ et sont généralement prises en charge de manière conservatrice. Les anesthésiologistes doivent être vigilants quant à l'apparition d'un œdème de Quincke et d'une atteinte des voies aériennes, qui surviennent chez jusqu'à 5 % des patients recevant une thrombolyse intraveineuse,¹⁵ car ces patients peuvent nécessiter une intubation urgente ou une extubation retardée. Enfin, l'anaphylaxie aux produits de

contraste peut survenir pendant ou après une TEV et doit être prise en charge avec une combinaison d'épinéphrine, de corticostéroïdes, d'antihistaminiques H₂ et une prise en charge de soutien.

Considérations anesthésiques pour la TEV

L'objectif de la TEV est de faciliter la restauration de la perfusion le plus rapidement possible tout en maintenant une perfusion adéquate de la pénombre ischémique et en évitant les lésions cérébrales secondaires.

Évaluation et planification préprocédurales

La prise en charge endovasculaire de l'AVC ischémique aigu est une intervention d'urgence qui implique donc une limite du temps disponible pour l'évaluation préprocédurale du patient. L'évaluation devrait être terminée le plus rapidement possible et ne devrait pas retarder l'intervention.¹⁶ Dans l'idéal, l'anesthésiste sera impliqué tôt après la prise de décision de passer à la salle de radiologie interventionnelle, car la mobilisation du personnel et de l'équipement d'anesthésie pourrait entraîner des retards. Selon la présentation de leur AVC, il peut s'avérer impossible d'obtenir les antécédents directs du patient. Des renseignements supplémentaires peuvent souvent être obtenus à partir des dossiers électroniques, des mandataires spéciaux et de l'équipe de neurologie en charge des AVC. Dans la mesure du possible, les directives médicales anticipées du patient doivent être clarifiées, bien que cela ne soit pas toujours possible en raison de la pression du temps et des problèmes de communication. En plus des antécédents médicaux passés pertinents d'un point de vue clinique, lorsque possible, l'anesthésiologiste devrait identifier la présence de comorbidités courantes associées à un AVC ischémique aigu. La planification préprocédurale devrait inclure une évaluation de l'état neurologique du patient, qui peut varier de quasi normal à comateux. Une attention particulière devrait être portée à la capacité du patient à coopérer, à protéger ses voies aériennes et à demeurer couché pour l'intervention. L'emplacement de l'occlusion vasculaire doit être noté car cela peut avoir des implications sur le choix de la technique d'anesthésie.

Considérations relatives à un emplacement éloigné (hors salle d'opération)

Une anesthésie réalisée dans une salle de neuroradiologie interventionnelle impliquera des considérations

^B Score de tomodensitométrie précoce du Programme d'AVC de l'Alberta, Calgary Stroke Program, Université de Calgary, Calgary, AB, Canada. Disponible à partir de l'URL : <http://www.aspectsinstroke.com> (en anglais seulement; consulté en janvier 2022).

supplémentaires. L'environnement pourrait être moins bien connu des intervenants et l'emplacement hors de la salle d'opération réduit l'accès à l'aide et à l'équipement supplémentaires. Ces locaux sont souvent exigus et mal éclairés. Pendant l'intervention, l'accès au patient est limité et des rallonges pourraient être nécessaires pour les lignes et les tubes de circuit pour s'adapter au mouvement de la table. Le personnel et les patients sont exposés à des rayonnements ionisants. Des mesures de protection appropriées doivent être utilisées. Les tabliers et boucliers mobiles de plomb, ainsi que l'équipement d'angiographie biplan, ajoutent encore aux défis physiques liés à l'accès au patient pendant l'intervention.

Anticoagulation

L'anesthésiologiste en charge de l'intervention doit garder à l'esprit que de nombreux patients victimes d'un AVC ischémique aigu seront déjà sous anticoagulants oraux ou agents antiplaquettaires. Selon le délai jusqu'à leur arrivée après leur AVC, de nombreux patients auront reçu une thrombolyse intraveineuse avant la TEV. Au cours de l'intervention, de l'héparine intraveineuse peut être utilisée pour réduire les complications thrombotiques liées au microcathéter, bien que l'utilisation d'héparine (dosage) et le monitoring de l'anticoagulation varient d'un centre à un autre. En cas de complication hémorragique, l'héparine doit être neutralisée avec de la protamine et il faut envisager de neutraliser les autres agents préexistants, le cas échéant.

Choix de la technique anesthésique

Compte tenu des considérations et des objectifs d'anesthésie susmentionnés, le choix de la technique

d'anesthésie doit être fait sur une base individuelle, en tenant compte des besoins des patients et des protocoles institutionnels. L'anesthésie générale, la sédation ou l'infiltration d'anesthésique local seule au site de ponction de l'aïne constituent toutes des options anesthésiques raisonnables. Bien que la TEV soit une procédure généralement non stimulante, la manipulation des vaisseaux cérébraux lors de l'extraction des caillots peut causer de l'inconfort et des mouvements temporaires au patient. En règle générale, une analgésie minimale est nécessaire pendant ou après l'intervention. Il n'existe aucune donnée probante à l'appui d'une technique d'anesthésie plutôt que d'une autre, bien que chacune comporte des avantages et des inconvénients inhérents (Tableau 2). En ce qui concerne les complications liées à l'intervention, par exemple la perforation des vaisseaux, ni l'anesthésie générale ni la sédation ne se sont avérées plus sécuritaires.¹⁷ Le sujet de la technique anesthésique pour le traitement endovasculaire de l'AVC a fait l'objet de nombreux débats au cours de la dernière décennie. Plusieurs études observationnelles rétrospectives ont rapporté que l'anesthésie générale était associée à une mortalité accrue et à un devenir neurologique moins bon.^{18–21} Ces études étaient toutes limitées par leur conception rétrospective et, dans de nombreux cas, par des détails incomplets quant à la technique d'anesthésie, aux paramètres physiologiques intraprocéduraux ou aux indications de l'anesthésie générale. L'interprétation des résultats doit tenir compte de la possibilité que les patients ayant subi des accidents vasculaires cérébraux plus graves aient besoin d'une anesthésie générale.

L'anesthésie générale n'a pas été associée à des issues moins bonnes dans trois ERC comparant les techniques de TEV.^{22–24} Aucune différence n'a été observée dans la récupération neurologique précoce, le volume de l'infarctus ou le taux de complications dans ces ERC. Contrairement aux conditions non contrôlées des études

Tableau 2 Avantages et inconvénients de l'anesthésie générale et de la sédation pour la thrombectomie endovasculaire pour l'AVC ischémique aigu

	Anesthésie générale	Sédation
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Patient immobile • Protection des voies aériennes • Ventilation contrôlée 	<ul style="list-style-type: none"> • Délai potentiellement plus court avant le début de l'intervention • L'état neurologique du patient peut être évalué pendant l'intervention et plus rapidement après l'intervention • Pression artérielle plus susceptible d'être maintenue plus proche de son niveau préprocédural
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • L'hypotension relative est fréquente • Risque de retard dans le début de l'intervention 	<ul style="list-style-type: none"> • Mouvement des patients • Les voies aériennes ne sont pas protégées • L'état neurologique peut se détériorer pendant l'intervention à mesure que l'AVC évolue

observationnelles qui les avaient précédées, ces ERC disposaient de critères d'inclusion rigoureux et d'objectifs hémodynamiques et de ventilation standardisés. De plus, il n'y avait que très peu de différence de temps entre l'arrivée en salle et la ponction de l'aïne entre les groupes d'anesthésie générale et de sédation, peut-être parce que des équipes d'anesthésie dédiées étaient sur appel, ce qui pourrait ne pas refléter les conditions réelles de nombreux établissements.

Les études observationnelles et les ERC incluaient toutes un petit nombre de patients, et les ERC n'étaient pas suffisamment alimentées pour pouvoir détecter une différence dans le critère d'évaluation principal. En conséquence, plusieurs méta-analyses ont été publiées. Bien qu'une méta-analyse de 2017 d'études rétrospectives et prospectives ait révélé des chances plus faibles de devenir neurologique favorable associé au groupe d'anesthésie générale,²⁵ une méta-analyse de 2019 portant sur seulement trois ERC a révélé que l'anesthésie générale entraînait des taux plus élevés d'indépendance fonctionnelle.²⁶ Malgré les limites des ERC, leurs conclusions ont conduit à un changement de paradigme, dans lequel l'anesthésie générale est considérée comme une option non inférieure pour la TEV.

Une caractéristique commune des ERC, cependant, résidait dans l'évitement rigoureux de l'hypotension, qui peut compromettre la perfusion collatérale. La perte d'autorégulation dans la pénombre ischémique entraîne une circulation dépendante de la pression, la rendant vulnérable aux changements de pression artérielle.²⁷ Une étude observationnelle de 2012 a révélé que les pressions artérielles systoliques les plus basses enregistrées supérieures à 140 mm Hg étaient associées à de meilleures issues neurologiques.¹⁹ Une autre revue rétrospective a révélé qu'une pression artérielle moyenne la plus faible de plus de 70 mm Hg était un prédicteur indépendant de devenir neurologique favorable.²⁸ Cette association entre pression artérielle et devenir neurologique ne se limite pas aux patients bénéficiant d'une anesthésie générale. Whalin *et coll.* ont constaté qu'une baisse de la pression artérielle moyenne de plus de 10 % par rapport à la valeur initiale constituait un facteur de risque important de devenir défavorable chez les patients bénéficiant d'une TEV sous sédation.²⁹ Cependant, il pourrait être difficile de définir un seuil « sécuritaire » pour tous les patients. Certains patients pourraient être plus à risque de réductions de la pression artérielle en raison de leur perfusion collatérale.²⁷ La perfusion collatérale peut également être altérée par la concentration artérielle de dioxyde de carbone (CO₂). L'hyperventilation peut provoquer l'expansion de la zone ischémique par vasoconstriction, tandis que la vasodilatation liée à l'hypoventilation dans le cerveau non ischémique peut créer un syndrome de vol.

Des études ont rapporté qu'une concentration élevée ou basse de pression télé-expiratoire en CO₂ a été associée à des devenir défavorables.³⁰ Il convient de noter que « l'anesthésie générale » n'est pas une entité unique.³¹ Comme nous le verrons ici, les altérations des paramètres physiologiques sont importantes et peuvent varier considérablement d'un cas à l'autre. Aucune donnée n'est disponible sur les devenir associés aux agents anesthésiques pris individuellement.

À l'heure actuelle, la déclaration de consensus de la *Society for Neuroscience in Anesthesiology and Critical Care* et les lignes directrices de l'*American Heart Association* recommandent un choix personnalisé de technique anesthésique.^{16,32} Les recommandations des Pratiques optimales de soins de l'AVC canadiennes comportent un énoncé selon lequel la sédation est préférable à l'anesthésie générale.⁸ Une anesthésie générale devrait être envisagée pour les patients agités ou incapables de coopérer, ceux dont le score sur l'Échelle de coma de Glasgow est réduit, ainsi que pour les patients souffrant de vomissements et d'accidents vasculaires cérébraux touchant la circulation postérieure. La sédation peut être adaptée pour les patients qui peuvent s'allonger à plat, potentiellement pour une durée prolongée, et protéger leurs voies aériennes, sans craindre de dépression respiratoire ou de difficulté au niveau des voies aériennes. La conversion à une anesthésie générale peut être nécessaire si l'état du patient change en fonction de l'évolution de son AVC. Le choix optimal d'agents anesthésiques pour la TEV n'a pas été clairement établi. Les agents anesthésiques devraient être choisis en fonction des besoins du patient. Les patients sous anesthésie générale pourraient nécessiter une induction en séquence rapide étant donné que leur état de jeûne n'est généralement pas connu.

Monitoring intraprocédural

En plus du monitoring standard, le monitoring invasif de la pression artérielle doit être envisagé, en particulier pour les patients sous anesthésie générale, bien que la mise en place de la ligne artérielle ne doive pas retarder l'intervention endovasculaire.¹⁶ Si elle est de calibre suffisant, la gaine de l'artère fémorale utilisée par l'opérateur peut être utilisée pour le monitoring invasif de la pression artérielle. La prise en charge de la pression artérielle est une considération clé dans de tels cas. Une augmentation soudaine de la pression artérielle peut annoncer une complication hémorragique catastrophique. La mise en place d'une ligne artérielle permet non seulement de détecter plus rapidement tout changement hémodynamique, mais également de mesurer

les gaz sanguins artériels et les temps de coagulation activés.

Objectifs physiologiques pendant l'anesthésie

Quelle que soit la technique d'anesthésie privilégiée, il est important de prêter attention aux paramètres modifiables pour assurer une perfusion adéquate de la pénombre et ainsi éviter les lésions secondaires. La prise en charge optimale de la pression artérielle des patients atteints d'AVC ischémique aigu est complexe.³² Les patients peuvent présenter une réponse hypertensive à l'ischémie cérébrale. Les recommandations des Pratiques optimales de soins de l'AVC canadiennes déconseillent une réduction rapide ou excessive de la pression artérielle.³³ Néanmoins, une réponse hypertensive exagérée peut être associée à la conversion hémorragique de l'AVC. Les directives actuelles en matière d'anesthésie recommandent de maintenir une pression artérielle systolique supérieure à 140 mm Hg et inférieure à 180 mm Hg.¹⁶ Après une recanalisation réussie, les objectifs de pression artérielle devraient être ajustés en accord avec le neurochirurgien pour éviter une conversion hémorragique et une hyperperfusion.⁸ La ventilation devrait cibler une normocapnie (pression partielle de CO₂ artériel = 35–45 mm Hg) et une saturation en oxygène > 92 %.¹⁶ L'hyperoxie n'a aucun rôle à jouer.³¹ L'hyperglycémie est associée à des devenir défavorables et devrait être

évitée, notamment l'administration de liquides intraveineux contenant du dextrose.³² Enfin, la normothermie doit être maintenue et l'hyperthermie a été associée à des devenir défavorables après un AVC. L'hypothermie thérapeutique n'a pas de rôle à jouer.³² Les objectifs physiologiques sont résumés dans le Tableau 3.

Considérations postprocédurales

Après l'intervention, une évaluation neurologique précoce est souhaitable et est importante pour identifier les complications postprocédurales telles que l'HIC. Lorsqu'il n'y a pas d'indications supplémentaires pour une ventilation mécanique continue, l'objectif devrait être une extubation précoce. Le lieu où réaliser l'extubation variera en fonction des protocoles institutionnels. Les objectifs de pression artérielle après une thrombectomie réussie doivent être discutés avec l'équipe de neurologie et d'intervention de l'AVC, et varieront en fonction du degré de reperfusion et de toute complication intraprocédurale. La destination postprocédurale du patient dépendra de son état neurologique, de sa capacité à être extubé et des protocoles locaux de prise en charge de l'AVC. Les patients peuvent amorcer leur récupération en salle de réveil (PACU), dans une unité de soins neurointensifs spécialisée ou à l'unité de soins intensifs, selon les politiques de l'établissement. Après une TEV, les patients doivent généralement rester couchés pendant quatre à six heures pour éviter la formation d'un hématome au site de ponction de l'artère fémorale.

Tableau 3 Objectifs physiologiques recommandés lors de la thrombectomie endovasculaire

Pression artérielle

La pression artérielle doit être monitorée en permanence ou mesurée au moins une fois toutes les 3 minutes

Maintenir la PA systolique > 140 mm Hg et < 180 mm Hg

Maintenir la PA diastolique < 105 mm Hg

Ventilation

Maintenir la SaO₂ > 92 % et la PaO₂ > 60 mm Hg

Maintenir la normocapnie (PaCO₂ 35–45 mm Hg)

Éviter l'hypercarbie induite par dépression respiratoire pendant la sédation

Température

Maintenir la température entre 35°C et 37°C

Glucose

La concentration de glucose doit être maintenue entre 3,9 et 7,8 mmol·L⁻¹

Le traitement de l'hypoglycémie doit être amorcé à des concentrations glycémiqes < 2,8 mmol·L⁻¹

Évitez les liquides contenant du glucose à moins de traiter l'hypoglycémie

PA = pression artérielle; PaCO₂ = pression artérielle partielle de dioxyde de carbone; SaO₂ = saturation en oxygène

Conclusion

En résumé, la prise en charge rapide de l'AVC ischémique aigu est d'une importance capitale. Le choix de la technique d'anesthésie doit être fait sur une base personnalisée. Quelle que soit la technique retenue, l'anesthésiologiste doit connaître divers aspects de l'intervention, y compris les complications potentielles et les objectifs physiologiques pour le patient atteint d'AVC ischémique aigu.

Mise en situation clinique

Un patient de 70 ans subit un pontage fémoro-poplitée gauche urgent sous anesthésie générale. Ses antécédents médicaux comportent un diabète de type II, de l'hypertension, une fibrillation auriculaire et le tabagisme (un paquet par jour pendant 20 ans). Ses médicaments

comprennent metformine, métoprolol, atorvastatine et acide acétylsalicylique. Son parcours peropératoire se déroule sans incident notable, mais il est rapporté qu'il est en fibrillation auriculaire. Après la fin de la chirurgie, le patient est extubé et transféré en salle de réveil dans un état satisfaisant. Une heure après l'opération, vous êtes appelé d'urgence pour évaluer le patient, qui a manifesté des troubles soudains de l'élocution et une faiblesse au bras et à la jambe droits.

Directives pour compléter le module de développement professionnel continu (DPC):

1. Lisez cet article et les références en **gras** (4, 8 et 16).
2. Accédez à : <http://www.cas.ca/Membres/modules-de-DPC> et sélectionnez le module actuel (Considérations anesthésiques pour le traitement endovasculaire de l'accident vasculaire cérébral ischémique aigu).
3. Répondez aux questions à choix multiples portant sur la mise en situation clinique.
4. Une fois que vous aurez saisi toutes vos réponses, vous aurez accès aux explications d'experts pour tous les choix possibles.
5. Les participants peuvent déclarer jusqu'à quatre heures de DPC en vertu de la section 3 du Programme de DPC du Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada.

Conflict of interest Alana M. Flexman is serving as the Past Chair, Tumul Chowdhury as the Vice Chair, and Melinda Davis as the secretary and treasurer for Section of Neuroanesthesia of the Canadian Anesthesiologists' Society. Alana M. Flexman is an Associate Editor at the Canadian Journal of Anesthesia.

Funding statement None.

Editorial responsibility This submission was handled by Dr. Adriaan Van Rensburg, CPD Editor, Canadian Journal of Anesthesia.

Conflit d'intérêt Alana M. Flexman est l'ancienne présidente, Tumul Chowdhury le vice-président et Melinda Davis la secrétaire et trésorière de la Section de neuroanesthésie de la Société canadienne des anesthésiologistes. Alana Flexman est rédactrice adjointe du *Journal canadien d'anesthésie*.

Déclaration de financement Aucune.

Responsabilité éditoriale Cet article a été traité par Dr Adriaan Van Rensburg, rédacteur des DPC, *Journal canadien d'anesthésie*.

References

1. *Statistics Canada*. Table 102-0561 – Leading causes of death, total population, by age group and sex, Canada. CANSIM (death

- database); 2017. Available from URL: <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a05?lang=eng&id=1020561> (accessed December 2021).
2. *Boehme AK, Esenwa C, Elkind MS*. Stroke risk factors, genetics, and prevention. *Circ Res* 2017; 120: 472-95.
3. *Furlan A, Higashida R, Wechsler L, et al*. Intra-arterial prourokinase for acute ischemic stroke. The PROACT II study: a randomized controlled trial. Prolyse in acute cerebral thromboembolism. *JAMA* 1999; 282: 2003-11.
4. *Ospel JM, McTaggart R, Kashani N, et al*. Evolution of stroke thrombectomy techniques to optimize first-pass complete reperfusion. *Semin Intervent Radiol* 2020; 37: 119-31.
5. *Lapergue B, Blanc R, Gory B, et al*. Effect of endovascular contact aspiration vs stent retriever on revascularization in patients with acute ischemic stroke and large vessel occlusion: the ASTER randomized clinical trial. *JAMA* 2017; 318: 443-52.
6. *Hasan TF, Todnem N, Gopal N, et al*. Endovascular thrombectomy for acute ischemic stroke. *Curr Cardiol Rep* 2019. <https://doi.org/10.1007/s11886-019-1217-6>.
7. *Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, et al; HERMES collaborators*. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *Lancet* 2016; 387: 1723-31.
8. *Boulanger JM, Lindsay MP, Gubitz G, et al*. Canadian Stroke Best Practice Recommendations for Acute Stroke Management: Prehospital, Emergency Department, and Acute Inpatient Stroke Care, 6th Edition, Update 2018. *Int J Stroke* 2018; 13: 949-84.
9. *Hui W, Wu C, Zhao W, et al*. Efficacy and safety of recanalization therapy for acute ischemic stroke with large vessel occlusion: a systematic review. *Stroke* 2020; 51: 2026-35.
10. *Liu X, Dai Q, Ye R, et al; BEST Trial Investigators*. Endovascular treatment versus standard medical treatment for vertebrobasilar artery occlusion (BEST): an open-label, randomised controlled trial. *Lancet Neurol* 2020; 19: 115-22.
11. *Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC, et al*. Thrombectomy 6 to 24 hours after stroke with a mismatch between deficit and infarct. *N Engl J Med* 2018; 378: 11-21.
12. *Mulder MJ, Jansen IG, Goldhoorn RJ, et al*. Time to endovascular treatment and outcome in acute ischemic stroke: MR CLEAN registry results. *Circulation* 2018; 138: 232-40.
13. *Hao Z, Yang C, Xiang L, Wu B, Liu M*. Risk factors for intracranial hemorrhage after mechanical thrombectomy: a systematic review and meta-analysis. *Expert Rev Neurother* 2019; 19: 927-35.
14. *Elakkad A, Drocton G, Hui F*. Endovascular stroke interventions: procedural complications and management. *Semin Intervent Radiol* 2020; 37: 199-200.
15. *Hill MD, Lye T, Moss H, et al*. Hemi-oro-lingual angioedema and ACE inhibition after alteplase treatment of stroke. *Neurology* 2003; 60: 1525-7.
16. *Talke PO, Sharma D, Heyer EJ, Bergese SD, Blackham KA, Stevens RD*. Society for Neuroscience in Anesthesiology and Critical Care Expert consensus statement: anesthetic management of endovascular treatment for acute ischemic stroke*endorsed by the Society of NeuroInterventional Surgery and the Neurocritical Care Society. *J Neurosurg Anesthesiol* 2014; 26: 95-108.
17. *Sørensen LH, Speiser L, Karabegovic S, et al*. Safety and quality of endovascular therapy under general anesthesia and conscious sedation are comparable: results from the GOLIATH trial. *J Neurointerv Surg* 2019; 11: 1070-2.
18. *Abou-Chebl A, Lin R, Hussain MS, et al*. Conscious sedation versus general anesthesia during endovascular therapy for acute anterior circulation stroke: preliminary results from a retrospective, multicenter study. *Stroke* 2010; 41: 1175-9.

19. Davis MJ, Menon BK, Baghirzada LB, et al. Anesthetic management and outcome in patients during endovascular therapy for acute stroke. *Anesthesiology* 2012; 116: 396-405.
20. Nichols C, Carrozzella J, Yeatts S, Tomsick T, Broderick J, Khatri P. Is periprocedural sedation during acute stroke therapy associated with poorer functional outcomes? *J Neurointerv Surg* 2010; 2: 67-70.
21. Jumaa MA, Zhang F, Ruiz-Ares G, et al. Comparison of safety and clinical and radiographic outcomes in endovascular acute stroke therapy for proximal middle cerebral artery occlusion with intubation and general anesthesia versus the nonintubated state. *Stroke* 2010; 41: 1180-4.
22. Schönberger S, Uhlmann L, Ungerer M, et al. Association of blood pressure with short- and long-term functional outcome after stroke thrombectomy: post hoc analysis of the SIESTA trial. *Stroke* 2018; 49: 1451-6.
23. Simonsen CZ, Yoo AJ, Sørensen LH, et al. Effect of general anesthesia and conscious sedation during endovascular therapy on infarct growth and clinical outcomes in acute ischemic stroke: a randomized clinical trial. *JAMA Neurol* 2018; 75: 470-7.
24. Löwhagen Hendén P, Rentzos A, Karlsson JE, et al. General anesthesia versus conscious sedation for endovascular treatment of acute ischemic stroke: the AnStroke Trial (Anesthesia During Stroke). *Stroke* 2017; 48: 1601-7.
25. Brinjikji W, Pasternak J, Murad MH, et al. Anesthesia-related outcomes for endovascular stroke revascularization: a systematic review and meta-analysis. *Stroke* 2017; 48: 2784-91.
26. Zhang Y, Jia L, Fang F, et al. General anesthesia versus conscious sedation for intracranial mechanical thrombectomy: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *J Am Heart Assoc* 2019. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.011754>.
27. Petersen NH, Ortega-Gutierrez S, Wang A, et al. Decreases in blood pressure during thrombectomy are associated with larger infarct volumes and worse functional outcome. *Stroke* 2019; 50: 1797-804.
28. Whalin MK, Lopian S, Wyatt K, et al. Dexmedetomidine: a safe alternative to general anesthesia for endovascular stroke treatment. *J Neurointerv Surg* 2014; 6: 270-5.
29. Whalin MK, Halenda KM, Haussen DC, et al. Even small decreases in blood pressure during conscious sedation affect clinical outcome after stroke thrombectomy: an analysis of hemodynamic thresholds. *AJNR Am J Neuroradiol* 2017; 38: 294-8.
30. Mundiyanapurath S, Stehr A, Wolf M, et al. Pulmonary and circulatory parameter guided anesthesia in patients with ischemic stroke undergoing endovascular recanalization. *J Neurointerv Surg* 2016; 8: 335-41.
31. Sivasankar C, Stiefel M, Miano TA, et al. Anesthetic variation and potential impact of anesthetics used during endovascular management of acute ischemic stroke. *J Neurointerv Surg* 2016; 8: 1101-6.
32. Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. 2018 Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2018; 49: e46-110.
33. Mistry EA, Mistry AM, Nakawah MO, et al. Systolic blood pressure within 24 hours after thrombectomy for acute ischemic stroke correlates with outcome. *J Am Heart Assoc* 2017. <https://doi.org/10.1161/JAHA.117.006167>.

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.