Perioperative considerations for neurosurgical procedures in the gravid patient: Continuing Professional Development

Tumul Chowdhury, MD · Meenakshi Chowdhury, MBBS ·
Bernhard Schaller, MD, PhD · Ronald B. Cappellani, MD ·
Jayesh Daya, MBChB

Received: 20 March 2013 / Accepted: 19 August 2013 / Published online: 16 October 2013
© Canadian Anesthesiologists' Society 2013

Abstract

Purpose *The complexity of neurosurgical procedures and their interactions with maternal and fetal physiologies are key factors in determining the overall maternal and fetal outcome. The literature and guidelines provide only partial information regarding the standard of care in these cases. The purpose of this Continuing Professional Development module is to review the issues related to common neurosurgical conditions and their optimal anesthetic management.*

Principal findings *The most common neurosurgical conditions found in pregnancy include brain tumours, cerebrovascular diseases, spinal pathologies, and neurotrauma. Though rare, these conditions and related procedures may affect maternal and fetal outcome. Maternal considerations should be given priority in cases of emergent surgeries irrespective of trimester. In the early first trimester, risk of fetal loss and congenital malformation are substantial; hence, proper counselling should be given to the mother with special emphasis on*

therapeutic abortion. When indicated, anticonvulsants should be started as early as possible and continued throughout pregnancy. Surgical procedures can be performed with relative safety during the second trimester and early third trimester. After 34 weeks, delivery seems to be the first choice, and the role of regional anesthesia in this situation should be carefully planned after proper review of neurosurgical pathology and maternal condition. During acute neurological deterioration, however, Cesarean delivery under general anesthesia should be anticipated.

Conclusion *A multidisciplinary approach with good communication amongst all team members certainly plays a crucial role for successful management of such cases.*

Objectives of this Continuing Professional Development (CPD) module:

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

1. Enumerate the common neurosurgical pathologies in pregnant patients;
2. Describe the effect of neurosurgical conditions on maternal and fetal outcome;
3. Plan the perioperative management of such conditions according to trimesters;
4. Identify evidence-based modifications to the management of neurosurgical conditions dictated by obstetrical procedures; and
5. Balance the advantages and risks of general vs regional anesthesia in such conditions.

Neurological pathologies, though rare, may have substantial impact on maternal mortality, and the

T. Chowdhury, MD · R. B. Cappellani, MD · J. Daya, MBChB
Department of Anesthesia and Perioperative Medicine,
University of Manitoba, Winnipeg, MB, Canada

M. Chowdhury, MBBS
Department of OB&G, ESI-Hospital, Gurgaon, India

B. Schaller, MD, PhD
Department of Research, University of Southampton,
Southampton, UK

T. Chowdhury, MD (✉)
Department of Anesthesiology, Health Sciences Centre,
University of Manitoba, 820 Sherbrook Street, Winnipeg,
MB R3A 1R9, Canada
e-mail: tumulthunder@gmail.com

perioperative management of these conditions can be extremely challenging.¹ There exists a complex interaction of neurosurgical pathologies and their treatment modalities with maternal and fetal physiology, and this interaction determines the overall maternal and fetal outcome. In addition, each of these neurosurgical pathologies impose several distinct challenges for perioperative physicians, and these challenges commonly include choosing the optimal and individualized anesthetic plan (general *vs* regional anesthesia), deciding elective *vs* emergent surgery, prioritizing the neurosurgical procedure or delivery, planning interventional neuroradiological procedures, and applying fetal monitoring when indicated.¹ In this article, we highlight the issues related to common neurosurgical conditions and their optimal management during pregnancy. We present insight into the pathophysiological changes that have to be considered in such a management regimen.

Neurosurgical conditions

The common neurosurgical conditions found in pregnancy include brain tumours, cerebrovascular diseases, spinal pathologies, and neurotrauma. Understanding these pathologies is important for optimal management of such cases (Table 1).

Brain tumour

Although the occurrence of brain tumours during pregnancy is rare (approximately 15 per 100,000 pregnant patients), approximately 75% of all intracranial tumours occurring in women of childbearing age present during pregnancy.¹ The pregnant state may accelerate the process of tumour genesis in some types of intracranial tumours.^{2,3} The most common types of brain tumours include glioma, meningioma, pituitary adenomas, acoustic neuromas, and metastatic

lesions.¹⁻³ Some reports also suggest a possible association between female reproductive hormones and / or an increase in vascularity and the occurrence of brain neoplasms. The common manifestations of brain neoplasms are similar in pregnant and non-pregnant patients and include headache, deterioration of sensorium, visual disturbances, focal neurological deficits, seizures, and vomiting.¹⁻³

Brain tumours are associated with increased maternal mortality, intrauterine growth retardation, preterm labour, and Cesarean deliveries. Malignant brain neoplasms can result in significant negative impacts on pregnancy and often present as neurological emergencies.¹⁻³

Treatment

Some brain tumours require chemotherapy and / or radiotherapy; hence, treatment requires careful management of pregnancy. The goal of radiotherapy is to achieve the greatest benefit to the patient with the least risk to the fetus. Abdominal shielding should be used routinely during brain radiotherapy; however, the dose of radiation for conceptus usually does not exceed 100 milligray (mGy). Pituitary adenomas have an excellent prognosis if treated appropriately.⁴ Medical management with bromocriptine (or cabergoline for bromocriptine-intolerant patients) is usually indicated for prolactinomas; however, pituitary apoplexy often presents as visual deterioration and needs urgent surgical intervention. The neurological emergencies related to brain tumours require urgent surgical decompression.¹⁻⁴

Cerebrovascular pathology

Cerebrovascular disease is an important nonobstetrical cause of maternal mortality. Stroke remains the commonest cerebrovascular pathology in pregnant patients (10-34 per 100,000 pregnancies) and may present as intracerebral hemorrhage, cerebral infarction, cortical vein thrombosis, subarachnoid hemorrhage, episodes of cardioembolism,

Table 1 Common neurosurgical conditions, treatment options, and effects on maternal and fetal outcome

Neurosurgical conditions	Maternal outcome	Fetal outcome	Treatment options
Benign brain tumours	good	variable	surgery / conservative
Malignant brain tumours	variable	poor	surgery / radiotherapy / chemotherapy
Cerebrovascular disease			
Stroke	poor	poor	conservative / surgery
SAH	variable	variable	surgery / embolization
Others	variable	variable	medical / surgery
Head injury	variable	poor	conservative / surgery
Spinal pathologies	good	variable	conservative / surgery

SAH = subarachnoid hemorrhage

cerebral angiopathy, and rupture of arteriovenous anomalies.^{5,6} Subarachnoid hemorrhage during pregnancy has often a fatal outcome, accounting for 5–12% of all pregnancy-related in-hospital deaths.

Pregnancy is considered a hypercoagulable state, and the presence of preeclampsia and eclampsia increases the risk of stroke approximately fourfold.^{5,6} The majority of strokes present during the last trimester and in the early puerperium period. Theoretically, the rheological changes coupled with vessel wall laxity during pregnancy may augment the formation and rupture of an intracranial aneurysm. The clinical symptoms of these diseases are often confusing and unspecific and include headache and seizures with or without focal neurological deficits.⁷

Treatment

In this subgroup, surgery is indicated in cases of raised intracranial pressure (ICP), expanding hematoma causing herniation, enlarging infarct, ruptured aneurysm, and arteriovenous malformation (AVM) bleed.^{5,6} Another treatment option for cerebral aneurysms and AVMs is endovascular embolization. Gamma knife therapy (i.e., a stereotactic radiosurgery wherein multiple beams of radiation converge in three dimensions to focus precisely on a small volume) has also been employed safely. The concerns are mainly related to the timing and type of surgical or interventional procedures; however, the timing and mode of delivery are governed by obstetrical factors.⁷ The role of hyperdynamic (triple-H) therapy (i.e., the use of hypertension, hypervolemia, and hemodilution to optimize cerebral perfusion) in the management of vasospasm and its effect on maternal and fetal outcome is uncertain because substantial evidence is lacking. Low-molecular-weight heparin is generally used for cortical vein thrombosis.

Spinal pathology

Pregnancy shifts the body's centre of gravity. The effect of hormones on the ligaments and muscle stretchability coupled with fluid retention make pregnant patients more prone to low back pain and other musculoskeletal problems. There is also the possibility of hormonal influence on the growth and bleeding of spinal tumours.^{8,9} Vertebral hemangiomas and spinal AVMs are often aggravated during pregnancy and produce substantial compressive symptoms due to epidural venous engorgement caused by compression of the inferior vena cava by the gravid uterus.

Treatment

Most of these musculoskeletal problems can be controlled conservatively, but some require emergent surgical

interventions. The common indications for such urgent surgery include progressive neurological deficit due to severe disc herniation, cauda equina syndrome, spontaneous hematoma, vertebral hemangiomas, and spinal tumours (mainly metastasis).^{1,8,9} The surgical factors coupled with the effect of positioning are some of the main concerns for both maternal as well as fetal outcome.

Head injury

Trauma, even in milder form, can have significant impact on pregnancy and fetal outcome. Head injury is especially devastating and can increase the overall morbidity and mortality.¹⁰ Motor vehicle accidents are the commonest cause of head injury in pregnant patients. Importantly, significant trauma is associated with higher chances of fetal mortality when compared with maternal deaths. This risk is mainly associated with systemic and cerebral effects of post-traumatic systemic hypotension and hypoxemia. Moreover, diagnostic procedures and medications can add their noxious secondary effects, contributing more or less to poor fetal outcome. Severe head injury is also associated with other extracranial injuries and may even produce worse outcome in this subgroup of patients. In contrast, some studies have revealed no significant increase in maternal mortality between pregnant and non-pregnant patients, even with moderate to severe brain injury. The probable reason may be the protective effects of female steroid hormones on brain injury.¹¹

Treatment

The chief neurosurgical indication is deterioration of compressive symptoms. The conservative approach depends on the maternal Glasgow Coma Scale on admission and progression of neurological symptoms. Prompt management should be focused on prevention of secondary brain injuries and avoidance of hypoxemia, hypercarbia, hypotension, hyperthermia, and hypothermia. The effect of mannitol, hyperventilation, and anticonvulsants on the fetus is an important concern and should be determined on a case-by-case basis.^{10,11}

Timing surgery vs delivery

The most important decision regarding neurosurgical intervention vs obstetrical procedure (vaginal or Cesarean delivery) depends on the maternal condition, the indication for the procedure, and the gestational age of the fetus.^{1,12–14}

Table 2 Neurosurgery vs delivery (according to gestational age)

Trimester	Indication	Procedure
First	Urgent	Neurosurgery
	Non urgent	Medical treatment
		Chemotherapy Radiotherapy
Second	Urgent	Neurosurgery
	Non urgent	Allow pregnancy to continue
		Elective neurosurgery
		Medical treatment
		Chemotherapy Radiotherapy
Third	Urgent	Delivery followed by neurosurgery
		Simultaneous delivery and neurosurgery
	Non urgent	Progress to term (delivery)
	Indications for Cesarean delivery	Poor maternal GCS
		Recent neurosurgical procedure
		Simultaneous delivery and surgery Aneurysm diagnosed at term or during labour

GCS = Glasgow Coma Scale

The decision is influenced mainly by gestational age (Table 2).

First trimester

During the early first trimester, the risks related to teratogenicity and fetal congenital malformations remain the potential concerns. In the first trimester, the rate of spontaneous abortion is approximately 12%, decreasing to less than 5% in the second and third trimesters. In the early gestational period, all types of management, including surgical, chemotherapy, and radiotherapy, can increase the chances of abortion; hence, risks and benefits should be carefully considered.^{1,12-14} In addition, the use of anticonvulsants also increases the risk of fetal malformation and/or demise.¹⁵ It is always prudent to provide thorough counselling about the chances of spontaneous abortion and congenital anomalies, and this process should include a discussion of termination of the pregnancy if the maternal medical condition requires aggressive chemotherapeutic treatment.

Second trimester

Surgery is usually recommended and safe during the second trimester.^{1,12,13}

Third trimester

In late third trimester, emergency delivery as a result of maternal deterioration should be taken into consideration. In the situation of acute worsening of neurological symptoms, consideration should be given to Cesarean delivery with the patient under general anesthesia followed by immediate neurosurgical decompression.^{1,12,13} If symptoms are amenable to pharmacological control, delivery is recommended in the early third trimester after documentation of fetal pulmonary maturity. There are few reports in which both the delivery and the neurosurgical procedure were performed simultaneously.¹² Delivery before the neurosurgical procedure has the advantage of eliminating concern for adverse fetal outcome related to hyperventilation, administration of mannitol, barbiturate coma, and induced hypertension or hypotension.

Cesarean vs vaginal delivery

Cesarean delivery should be considered in several circumstances: when the clinical state of the mother is severe (coma, brain stem damage); if aneurysm rupture is diagnosed at term during labour; and if the interval from the neurosurgical treatment of aneurysm to labour is less than eight days.¹⁶ During acute neurological deterioration, Cesarean delivery should normally be performed under general anesthesia. This provides better airway control, therapeutic hyperventilation, and a stable hemodynamic condition. In other situations, e.g., after clipping a ruptured cerebral aneurysm, the pregnancy can be allowed to progress to term. In these cases, vaginal delivery may be performed. In most spinal diseases, including a herniated lumbar disk and tumours, prepartum surgical treatment can be safely undertaken while maintaining pregnancy. For patients with progressive neurologic deficit at 34-36 weeks' gestation or later, spine surgery should be performed either following vaginal or Cesarean delivery or at the same time.^{12,13}

Anesthetic goals and considerations

The most important goal for the anesthesiologist is to maintain optimal cerebral blood flow as well as uteroplacental perfusion pressure (Table 3).^{1,12,13} Cerebral perfusion pressure (CPP) should be optimized by avoiding hypotension, hypovolemia, and acute increases in ICP. On the other hand, preservation of uteroplacental circulation requires optimum mean arterial pressure (MAP), restricted use of vasoconstrictors, avoidance of prolonged hyperventilation, and minimization of aorticaval

Table 3 Factors affecting cerebral perfusion pressure (CPP) and uteroplacental perfusion (UPP) pressure

CPP	UPP
<i>Factors affecting MAP</i>	<i>Factors affecting MAP</i>
Hypotension	Hypotension
Hypovolemia	Hypovolemia
Aortocaval compression	<i>Factors affecting UVP</i>
Steep head up	Uterine contractions
Autoregulation	Valsalva maneuver
Anesthetics (high MAC of volatiles)	Uterine hypertonicity (oxytocin)
Hypoxemia	Aortocaval compression
Hypercapnia	Hyperventilation
Trauma, poor-grade SAH	
<i>Factors affecting ICP</i>	
Extreme neck rotation	
Aortocaval compression	
Severity of head injury	
Poor-grade SAH	
Expanding brain tumour, mass, hematoma	
Hypoxemia	
Hypercarbia	
Hypotension	

CPP = cerebral perfusion pressure; UPP = utero-placental perfusion; MAP = mean arterial pressure; UVP = uterine venous pressure; MAC = minimal alveolar concentration; SAH = subarachnoid hemorrhage; ICP = intracranial pressure

compression (left lateral tilt or wedge under right hip). Although there is no defined optimum CPP target for pregnant patients, keeping the MAP within 20% of baseline appears to be a reasonable goal. The key to good maternal and fetal outcomes warrants prevention of secondary brain injury and includes avoidance of hypoxemia, hyper- or hypoglycemia, hyper- or hypothermia, and importantly, prevention of aspiration (Table 4).^{12,13}

Raised ICP

The common management strategies to reduce the ICP include proper positioning (15–30° head up), use of low doses of mannitol to avoid hypovolemia and fetal dehydration, mild to moderate hyperventilation (risk of uteroplacental vasoconstriction and left shift of oxyhemoglobin dissociation curve), use of steroids, avoidance of nitrous oxide, and use of total intravenous anesthesia (TIVA).^{17,18}

Mannitol is an osmotic diuretic that crosses the placenta and is excreted in fetal urine. In animal experiments, mannitol has been shown to increase maternal osmolality by up to 25% and produce fetal dehydration, volume

Table 4 Key issues in the anesthetic management of neurosurgical cases during pregnancy

Brain diseases	Anesthetic management
A: Brain tumour	
General anesthesia	Balanced anesthetic technique (short-acting opioids / TIVA / air / neuromuscular blocking agent)
	Blunt the hemodynamic responses with additional boluses of propofol / opioids / lidocaine (60–90 sec before tracheal intubation)
	Blunt skull pin and other painful responses with additional boluses of opioids and propofol
	15–20° head up, wedge under right hip, low dose of mannitol, steroids, normoventilation
	Maintenance of normothermia
	DVT prophylaxis (pneumatic stockings)
Awake craniotomy	Avoid benzodiazepines
	Low doses of remifentanyl (0.03–0.05 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) and propofol (25–30 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) infusion
	Wedge under right hip
	Bilateral scalp nerve block
B: Intracranial aneurysm	Avoid acute hemodynamic fluctuations
Clipping	All methods described above
	Neuroprotective agents such as propofol boluses during temporary clipping
	Induced hypertension (20% above baseline) during temporary clipping
	Avoid hypotension
Rupture	Neuroprotection with propofol, normotension, transient hyperventilation
Embolization	All methods described above, abdominal shield
	Minimize radiation exposure, low doses of water soluble contrast agent
C: Head injury	Avoid hypotension and hypoxemia, and maintain normoventilation
	In cases of herniation, transient hyperventilation
D: Spine tumour	All methods described
	Position should be gradual with fetal monitoring, abdomen should be free

DVT = deep vein thrombosis; TIVA = total intravenous anesthesia

contraction, and bradycardia.¹⁷ Low-dose mannitol has been used safely in various neurosurgical procedures and thus should be offered in emergent situations.

Pregnant women normally have lower baseline values for PaCO_2 (≤ 32 mmHg); thus, the transiently lower target may be aimed to reduce very high ICP.^{1,12–14} In neurosurgical patients, corticosteroids are generally used for decreasing peritumoral edema and in spinal cord injury and may be used for vasogenic edema.¹²

Hemodynamic considerations

The hemodynamic goal is to preserve both CPP and uteroplacental perfusion (Table 3).^{12,13} Optimization of cerebral perfusion pressure ($CPP = MAP - ICP$) requires maintenance of adequate MAP (up to 20% above baseline) and reduction of ICP. On the other hand, preservation of uteroplacental perfusion requires adequate uteroplacental blood flow with minimization of venous obstruction or resistance to flow. Avoidance of aortocaval compression is also very important. To avoid caval venous compression after 20 weeks of gestation, left lateral tilt of the entire body should be applied if neurosurgically acceptable, considering that a wedge under the right hip may result in undesirable vertebral column rotation. In addition, cerebral autoregulation remains rather well preserved in pregnant patients; however, there is a slight blunting of response during the late trimester. Consequently, maintaining blood pressure at higher than baseline values would help to reduce the ICP.

Neuroprotection

Currently, there is a lack of available data to interpret the significance of neuroprotective strategies for the neurosurgical management of pregnant women. Drugs that can be considered as neuroprotective agents during neurosurgical procedures in pregnant patients include propofol, barbiturates, lidocaine, and magnesium. Although there is some evidence of neuroprotective effects of magnesium in the preterm fetus, the role of magnesium as a neuroprotective agent in the pregnant patient undergoing a neurosurgical procedure would be an area for further research.¹⁹ During the time of temporary clipping (ischemia), electroencephalographic burst suppression can be achieved with use of intravenous propofol.

Effect of positioning

Different neurosurgical procedures in pregnant patients have been carried out safely in different positions, including lateral, prone, and sitting.²⁰ It is important to make these position changes very slowly (maintaining cerebral perfusion pressure) and without any abrupt movements. The abdomen should be free, and as mentioned earlier, aortocaval compression should be avoided.¹² All pressure points should be checked and padded. If performed properly, prone positioning may be beneficial for uteroplacental circulation. Fetal heart rate (FHR) should be assessed before, during, and after the final positioning. Spine procedures have been successfully performed in either the prone or lateral decubitus position. In prone cases, the Wilson frame or a laminectomy roll was used for optimal positioning.

Maternal and fetal monitoring

Apart from standard monitoring, regular monitoring of anticonvulsant medications has been advocated in each trimester and shortly after delivery, with adjustment of dosage to avoid seizure precipitation during pregnancy or symptoms of toxicity after birth.²¹ The role of other specific neurological monitoring methods in pregnant patients, such as transcranial Doppler, cerebral oximetry, jugular venous oximetry, and microdialysis, is still to be studied. Fetal monitoring methods during pregnancy include external FHR monitoring (auscultation or continuous cardiotocography), coloured Doppler ultrasound, and serial ultrasound.^{22,23} Fetal heart rate variability is an important indicator of fetal well-being. In the absence of drug effects, FHR variability indicates fetal distress. The FHR monitoring may be continued postoperatively, as maximum chances of preterm labour occur during this period.

Total intravenous anesthesia vs volatile anesthesia

All volatile anesthetic agents decrease uterine tone, with increased risk of uterine bleeding and an increase in cerebral blood flow in a concentration-dependent manner.²⁴ In cases of preexisting raised ICP, these agents are not ideal for pregnant patients undergoing neurosurgical procedures. On the other hand, TIVA does not interfere with uterine tone and is a cerebral vasoconstrictor (reduces ICP); thus, TIVA is the ideal technique in this situation.²⁵

Management of cerebral vasospasm

The use of calcium channel antagonists (nimodipine) is standard treatment for cerebral vasospasm; however, there are limited data on this topic pertaining to pregnancy.²⁶ The role of triple-H therapy (hypervolemia, hypertension, and hemodilution) is not well established during pregnancy; moreover, this therapy can cause fluid overload, pulmonary edema, and myocardial ischemia.

Regional anesthesia

Regional anesthesia certainly minimizes airway-related complications associated with general anesthesia, including failed tracheal intubation and aspiration. Nevertheless, the use of regional anesthesia may depend on several factors, including the patient's cooperation, coagulation status, type of existing brain pathology, type of neurosurgical procedure performed, present cerebral hemodynamics (ICP), neurological deficits (paraplegia, hemiplegia), and seizure control.²⁷ The stable patient with prior

Table 5 Common guidelines for perioperative care in neurosurgical gravid patients**Surgery**

1. Elective neurosurgery should be postponed until after delivery.
2. During neurological decompensation, the pregnant patient should receive emergent neurosurgical intervention irrespective of trimester.
3. Non-urgent neurosurgical procedure should be performed after the first trimester, preferably during the second trimester.

Non-surgical management (medical / chemotherapy / radiotherapy)

1. Essential non-surgical management should be instituted early, if required, irrespective of trimester.
2. Risks and benefits of each therapy should be individualized, and chances of abortion and congenital malformations should be discussed with the patient.
3. Chemotherapy and radiotherapy for brain tumours have been used safely even in the first trimester.

Anesthesia

1. No currently used anesthetic agents have been shown to have any teratogenic effects in humans when using standard concentrations at any gestational age.
2. Benzodiazepines should be avoided whenever possible.
3. Regional anesthesia is contraindicated in cases of established or suspected raised intracranial pressure.

Fetal heart rate (FHR) monitoring

1. Fetal heart rate monitoring may assist in maternal positioning and cardiorespiratory management and may influence a decision to deliver the fetus.
 2. If the fetus is considered previable, it is generally sufficient to use Doppler for FHR (before and after the procedure).
 3. If the fetus is considered to be viable, simultaneous electronic fetal heart rate and contraction monitoring should be performed (before and after the procedure).
- (A qualified individual should be readily available to interpret the fetal heart rate patterns.)

(Based on The American College of Obstetricians and Gynecologists' Committee on Obstetric Practice recommendations for nonobstetrical surgery during pregnancy)

neurosurgery in the early first or second trimester may be suitable for regional anesthesia at term. The minimum interval required between a primary neurosurgical procedure and Cesarean or vaginal delivery under regional anesthesia is presently not known; however, there should be enough time (probably a few weeks) before delivery just to stabilize the cerebral hemodynamics. The disadvantages of regional anesthesia include sudden hypotension, cerebrospinal fluid leak, postdural puncture headache, increase in ICP (epidural drug volume and rate of drug delivery), herniation in cases of preexisting raised ICP, and neurological injuries.²⁸ On the other hand, many clinicians have safely used regional anesthesia (spinal as well as epidural) for Cesarean / vaginal deliveries as well as for other surgeries in pregnant patients with neuropathological conditions. The risks and benefits of regional anesthesia should be carefully considered and discussed with both the obstetrician and neurosurgeon.

Neuroradiological procedures

Coiling and embolization procedures have been safely used in pregnant patients for the management of intracranial aneurysms and AVMs, respectively.^{1,12,29} Some of the important considerations for minimizing radiation exposure

to the fetus include performing selective angiography, reducing fluoroscopic time, and using an abdominal shield. Magnetic resonance imaging is recommended for diagnostic purposes if the patient's condition is stable, especially in first trimester. During emergent or unstable conditions, a computerized tomography scan is warranted. During computerized tomography scan and angiography, the radiation dose is usually decreased to < 0.05 rem and 0.1 rem, respectively, when safety measures are used; however, the allowed radiation exposure on the fetus in the later stages of pregnancy is 0.5 rem. The water soluble contrast agent is safe for the fetus; however, good vascular volume should be maintained to prevent fetal dehydration.

Conclusion

The general considerations for any surgery require the proper assessment of the risk-benefit ratio of the particular procedure, and if possible, delay of the surgery either until the second trimester, which is a relatively safe period, or until delivery. In emergent conditions, maternal health always remains a priority; however, preservation of adequate uteroplacental perfusion (avoidance of hypotension, hypoxemia, aortocaval compression, etc.) should be encouraged to prevent fetal asphyxia. The general recommendations from the American College of

Obstetricians and Gynecologists for non-obstetrical surgical procedures may be modified and can be applied for this particular subgroup (Table 5).³⁰ In general, anesthetic management of neurosurgical cases in pregnant patients involves prevention of acute fluctuations in hemodynamics, prompt treatment of raised ICP, avoidance of benzodiazepines, transient hyperventilation (only if indicated), use of shorter acting opioids, appropriate invasive monitoring, FHR monitoring when indicated, and careful planning of future delivery.

In summary, maternal considerations should be given priority in cases of emergent surgeries, irrespective of the trimester, and the management best suited for non-pregnant patients during similar conditions should be offered to the mother. Secondly, there is always a risk of fetal loss and congenital malformation, especially in the early first trimester; hence, proper counselling of the mother should occur. Finally, delivery seems to be first choice after 34 weeks of gestation, and the role of regional anesthesia in this situation should be carefully planned after proper review of neurosurgical pathology and maternal condition. A multidisciplinary approach with good communication amongst the team members certainly plays a crucial role for the successful management of such cases.

Case scenario

A 32-yr-old female patient, 36 weeks pregnant, arrives in the emergency room of your hospital reporting a sudden and severe headache accompanied by vomiting. She has a history of smoking (one pack per day for 10 years) and alcohol intake (one bottle of beer per day). Her brother died at age 34 yr from unknown cerebrovascular disease. Upon admission to the hospital, the patient is conscious and, apart from mild neck rigidity, does not present neurological signs. The patient's vital signs are as follows: pulse rate 60 beats·min⁻¹, blood pressure 170/96 mmHg, and fetal heart rate 104 beats·min⁻¹.

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

1. Read the current article and the references indicated in **bold**.
2. Go to: <http://www.cas.ca/Members/CPD-Online> and select the current module (Perioperative considerations for neurosurgical procedures in the gravid patient).
3. Answer the multiple choice questions regarding the case scenario.

4. Once you have entered all of your answers, you will have access to experts' explanations for all the possible choices.
5. Participants may claim up to four hours of CPD, for a total of 12 credits under Section 3 of the CPD program of the Royal College of Physicians and Surgeons of Canada.

Les interventions neurochirurgicales chez la patiente enceinte: considérations périopératoires

Résumé

Objectif La complexité des interventions neurochirurgicales et leurs interactions avec la physiologie de la mère et du fœtus sont d'importants facteurs qui jouent un rôle clé dans les pronostics maternel et fœtal globaux. La littérature et les directives n'offrent que des informations partielles quant à la norme de soins à adopter dans de tels cas. L'objectif de ce module de Développement professionnel continu est de passer en revue les questions liées aux pathologies neurochirurgicales courantes et à leur prise en charge anesthésique optimale.

Constatations principales Les pathologies neurochirurgicales les plus fréquentes pendant la grossesse sont les tumeurs cérébrales, les maladies vasculaires cérébrales, les pathologies rachidiennes et les traumatismes neurologiques. Bien que rares, ces maladies et les interventions qui y sont liées peuvent avoir un impact sur le pronostic de la mère et du fœtus. En cas de chirurgie très urgente, il convient de prioriser le bien-être de la mère, indépendamment du trimestre de grossesse. Au début du premier trimestre, le risque de perte du fœtus et de malformation congénitale est considérable; dès lors, un service de consultation adapté doit être offert à la mère, en particulier pour aborder la question d'un avortement thérapeutique. Lorsqu'indiqué, il convient de débiter un traitement aux anticonvulsivants aussi tôt que possible et de le poursuivre tout au long de la grossesse. Les interventions chirurgicales peuvent être réalisées de façon relativement sécuritaire pendant le deuxième trimestre et au début du troisième trimestre. Après 34 semaines, l'accouchement semble être le premier choix et, dans ce cas, le rôle de l'anesthésie régionale doit être planifié avec soin après avoir fait une analyse minutieuse

de la pathologie neurochirurgicale et de l'état de la mère. En cas de détérioration neurologique aiguë, toutefois, il convient d'anticiper un accouchement par césarienne sous anesthésie générale.

Conclusion Une approche multidisciplinaire, accompagnée d'une bonne communication entre tous les membres de l'équipe, joue indubitablement un rôle crucial dans la prise en charge réussie de tels cas.

Objectifs de ce module de développement professionnel continu (DPC):

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

1. Énumérer les pathologies neurochirurgicales courantes chez les patientes enceintes;
2. Décrire l'effet de maladies neurochirurgicales sur les pronostics de la mère et du fœtus;
3. Planifier la prise en charge périopératoire de telles pathologies selon le trimestre de grossesse;
4. Identifier les modifications fondées sur des données probantes de la prise en charge de pathologies neurochirurgicales dictées par les interventions obstétricales; et
5. Soupeser les avantages et les risques de l'anesthésie générale vs régionale pour de telles pathologies.

Les troubles neurologiques, bien que rares, peuvent avoir un impact considérable sur la mortalité maternelle et la prise en charge périopératoire de telles pathologies peut être extrêmement difficile.¹ Il existe une interaction complexe entre les pathologies neurochirurgicales et leurs modalités de traitement d'une part, et la physiologie maternelle et fœtale d'autre part. Cette interaction détermine le pronostic global de la mère et du fœtus. En outre, chacune de ces pathologies pose plusieurs défis distincts aux médecins en période périopératoire. Ces défis

comprennent souvent l'élaboration d'un plan optimal et personnalisé pour l'anesthésie (générale ou régionale), la décision de considérer la chirurgie comme très urgente ou urgente, la priorisation de l'intervention neurochirurgicale ou de l'accouchement, la planification d'interventions de neuroradiologie interventionnelle, et l'utilisation d'un monitoring fœtal, lorsqu'indiqué.¹ Dans cet article, nous mettons l'accent sur les questions liées aux pathologies neurochirurgicales courantes et à leur prise en charge optimale pendant la grossesse. Nous présentons des perspectives concernant les changements physiopathologiques dont il faut tenir compte dans le cadre d'une telle prise en charge.

Les pathologies neurochirurgicales

Les pathologies neurochirurgicales que l'on rencontre fréquemment pendant la grossesse sont les tumeurs cérébrales, les maladies vasculaires cérébrales, les pathologies rachidiennes et les traumatismes neurologiques. Il est important de bien comprendre ces pathologies pour garantir une prise en charge optimale (tableau 1).

Les tumeurs cérébrales

Bien que la fréquence des tumeurs cérébrales soit peu élevée pendant la grossesse (environ 15 cas pour 100 000 patientes enceintes), environ 75 % de toutes les tumeurs intracrâniennes survenant chez les femmes en âge de procréer surviennent pendant la grossesse.¹ En effet, la grossesse pourrait accélérer le processus de genèse tumorale de certains types de tumeurs intracrâniennes.^{2,3} Les types de tumeurs cérébrales les plus fréquents sont le gliome, le méningiome, les adénomes pituitaires, les neurinomes acoustiques et les lésions métastatiques.¹⁻³ Certains comptes rendus suggèrent également une association possible entre les hormones féminines de reproduction et / ou une augmentation de la vascularité et la survenue de tumeurs cérébrales. Les manifestations

Tableau 1 Pathologies neurochirurgicales courantes, options de traitement et effets sur les pronostics de la mère et du fœtus

Pathologies neurochirurgicales	Pronostic maternel	Pronostic fœtal	Options de traitement
Tumeurs cérébrales bénignes	bon	variable	chirurgie / conservateur
Tumeurs cérébrales malignes	variable	mauvais	chirurgie / radiothérapie / chimiothérapie
Maladie vasculaire cérébrale			
Accident vasculaire cérébral	mauvais	mauvais	conservateur / chirurgie
HSA	variable	variable	chirurgie / embolisation
Autres	variable	variable	médical / chirurgie
Traumatismes crâniens	variable	mauvais	conservateur / chirurgie
Pathologies rachidiennes	bon	variable	conservateur / chirurgie

HSA = hémorragie sous-arachnoïdienne

courantes de tumeurs cérébrales sont semblables chez les patientes enceintes et les autres patients et comprennent les céphalées, la détérioration de l'état de conscience, les troubles de la vue, les déficits neurologiques focaux, les crises épileptiques et les vomissements.¹⁻³

Les tumeurs cérébrales sont associées à une augmentation du risque de mortalité maternelle, de retard de croissance intra-utérin, de travail prématuré et de césarienne. Les tumeurs cérébrales malignes peuvent avoir des impacts négatifs significatifs sur la grossesse et constituent souvent des urgences neurologiques.¹⁻³

Traitement

Certaines tumeurs cérébrales nécessitent une chimiothérapie et / ou une radiothérapie; dès lors, le traitement requiert une prise en charge particulière de la grossesse. L'objectif de la radiothérapie est d'obtenir le plus grand bienfait pour la patiente tout en ne faisant courir qu'un risque minimal au fœtus. Une protection abdominale devrait toujours être utilisée lors de radiothérapie du cerveau; toutefois, la dose de radiation pour le conceptus n'excède en général pas 100 milligray (mGy). S'ils sont bien traités, les adénomes pituitaires ont un excellent pronostic.⁴ La bromocriptine (ou la cabergoline pour les patientes intolérantes à la bromocriptine) est en générale indiquée pour la prise en charge médicale des prolactinomes; toutefois, l'apoplexie pituitaire se présente souvent sous forme de détérioration visuelle et requiert une intervention chirurgicale urgente. Les urgences neurologiques liées aux tumeurs cérébrales nécessitent une décompression chirurgicale urgente.¹⁻⁴

Les pathologies vasculaires cérébrales

Les maladies vasculaires cérébrales sont une importante cause non obstétricale de mortalité maternelle. L'accident vasculaire cérébral demeure la pathologie vasculaire cérébrale la plus répandue chez les patientes enceintes (10-34 par 100 000 grossesses) et peut se présenter sous forme d'hémorragie intracérébrale, d'infarctus cérébral, de thrombose veineuse corticale, d'hémorragie sous-arachnoïdienne, d'épisode d'embolie cardiaque, d'angiopathie cérébrale ou de rupture des malformations artérioveineuses.^{5,6} Pendant la grossesse, l'hémorragie sous-arachnoïdienne a souvent un pronostic fatal et représente 5-12 % de tous les décès intrahospitaliers liés à la grossesse.

La grossesse est considérée comme un état d'hypercoagulabilité, et la présence de pré-éclampsie ou d'éclampsie augmente par quatre environ le risque

d'accident vasculaire cérébral.^{5,6} La majorité des accidents vasculaires cérébraux surviennent au cours du troisième trimestre et au début de la période puerpérale. En théorie, les changements rhéologiques, ajoutés à la laxité des parois vasculaires pendant la grossesse, pourraient favoriser la formation et la rupture des anévrismes intracrâniens. Les symptômes cliniques de ces maladies sont souvent peu clairs et non spécifiques; ils comprennent les céphalées et les crises épileptiques, avec ou sans déficits neurologiques focaux.⁷

Traitement

Pour ce sous-groupe, la chirurgie est indiquée dans les cas de pression intracrânienne (PIC), d'hématome grossissant provoquant une hernie, d'infarctus croissant, de rupture d'anévrisme et de saignement au site d'une malformation artérioveineuse (MAV).^{5,6} Une autre option de traitement de l'anévrisme cérébral et des MAV est l'embolisation endovasculaire.

Le traitement par scalpel gamma (une radiochirurgie stéréotaxique au cours de laquelle plusieurs rayons de radiation convergent en trois dimensions et se concentrent précisément sur un petit volume) a également été utilisé de façon sécuritaire. Les problèmes principaux à résoudre sont de décider du moment et du type d'intervention chirurgicale ou interventionnelle; toutefois, le moment et le mode d'accouchement sont régis par des facteurs de nature obstétricale.⁷ Le rôle de la thérapie dite triple H (soit l'utilisation de l'hypertension, de l'hypervolémie et de l'hémodilution pour optimiser la perfusion cérébrale) dans la prise en charge du vasospasme et son effet sur les pronostics de la mère et du fœtus est incertain; en effet, les données probantes robustes font encore défaut. L'héparine de bas poids moléculaire est en général utilisée pour les thromboses veineuses corticales.

Les pathologies rachidiennes

La grossesse déplace le centre de gravité du corps. L'effet des hormones sur l'extensibilité des ligaments et des muscles, ajouté à la rétention d'eau, rend les patientes enceintes plus enclines à souffrir de douleurs lombaires et d'autres problèmes de nature musculosquelettique. Il est également possible que les hormones aient une influence sur la croissance et le saignement de tumeurs rachidiennes.^{8,9} Les hémangiomes vertébraux et les MAV rachidiens sont souvent aggravés pendant la grossesse et provoquent d'importants symptômes de compression en raison de l'engorgement veineux péri-dural causé par la compression de la veine cave inférieure par l'utérus gravide.

Traitement

La plupart de ces problèmes musculosquelettiques peuvent être maîtrisés de façon traditionnelle, mais certains nécessitent une intervention chirurgicale très urgente. Les indications courantes pour une chirurgie urgente sont le déficit neurologique progressif causé par une hernie discale grave, le syndrome de la queue de cheval, l'hématome spontané, les hémangiomes vertébraux et les tumeurs rachidiennes (principalement les métastases).^{1,8,9} Les facteurs chirurgicaux, associés à l'effet du positionnement, constituent certaines des préoccupations principales quant au pronostic tant maternel que fœtal.

Les traumatismes crâniens

Les traumatismes, même dans leur forme plus légère, peuvent avoir un impact considérable sur la grossesse et le pronostic fœtal. Les traumatismes crâniens sont particulièrement dévastateurs et peuvent augmenter la morbidité et la mortalité globales.¹⁰ Les accidents de véhicules motorisés sont la cause la plus fréquente de traumatisme crânien chez les patientes enceintes. Il faut souligner que les traumatismes importants sont associés à un risque plus élevé de mortalité pour le fœtus que pour la mère. Le risque est principalement associé aux effets systémiques et cérébraux de l'hypotension systémique et de l'hypoxémie post-traumatique. En outre, les interventions diagnostiques et les médicaments peuvent ajouter leurs effets secondaires nocifs, ce qui peut plus ou moins contribuer à un pronostic fœtal sombre. Les traumatismes crâniens graves sont également associés à d'autres lésions extracrâniennes et pourraient même

provoquer des pronostics encore plus défavorables dans ce sous-groupe de patientes. Par contre, certaines études n'ont révélé aucune augmentation significative de la mortalité maternelle entre des patientes enceintes et non enceintes, même lors de traumatisme crânien modéré à grave. La raison probable pourrait résider dans les effets protecteurs des hormones stéroïdiennes féminines sur le traumatisme crânien.

Traitement

La détérioration des symptômes de compression constitue la principale indication neurochirurgicale. L'approche conservatrice dépend du score maternel sur l'échelle de coma de Glasgow à l'admission et de l'évolution des symptômes neurologiques. La prise en charge immédiate devrait se concentrer sur la prévention de lésions secondaires à la tête et la prévention de l'hypoxémie, de l'hypercapnie, de l'hypotension, de l'hyperthermie et de l'hypothermie. Les effets du mannitol, de l'hyperventilation et des anticonvulsivants sur le fœtus sont d'importantes préoccupations et devraient être évalués au cas par cas.^{10,11}

Choisir le bon moment pour la chirurgie et l'accouchement

La décision la plus importante concernant une possible intervention neurochirurgicale ou l'intervention obstétricale (accouchement vaginal ou par césarienne) dépend de l'état de la mère, des indications pour l'intervention et de l'âge gestationnel du fœtus.^{1,12-14} Le facteur ayant le plus d'influence sur la décision est l'âge gestationnel (tableau 2):

Tableau 2 Neurochirurgie vs accouchement (selon l'âge gestationnel)

Trimestre	Indication	Intervention
Premier	Urgent	Neurochirurgie
	Non urgent	Traitement médical Chimiothérapie Radiothérapie
Deuxième	Urgent	Neurochirurgie
	Non urgent	Permettre à la grossesse de se poursuivre Neurochirurgie non urgente Traitement médical Chimiothérapie Radiothérapie
Troisième	Urgent	Accouchement suivi par neurochirurgie Accouchement et neurochirurgie simultanés
	Non urgent Indications de césarienne	Progression jusqu'au terme (accouchement) Intervention neurochirurgicale récente Accouchement et chirurgie simultanés Anévrisme diagnostiqué à terme ou pendant le travail

ECG = échelle de coma de Glasgow

Tableau 3 Facteurs affectant la pression de perfusion cérébrale (PPC) et la pression de perfusion utéro-placentaire (PUP)

PPC	PUP
<i>Facteurs affectant la TAM</i>	<i>Facteurs affectant la TAM</i>
Hypotension	Hypotension
Hypovolémie	Hypovolémie
Compression aorto-cave	<i>Facteurs affectant la PVU</i>
Tête très élevée	Contractions utérines
Autorégulation	Manœuvre de Valsalva
Agents anesthésiques (CAM élevée d'halogénés)	Hypertonie utérine (oxytocine)
Hypoxémie	Compression aorto-cave
Hypercapnie	Hyperventilation
Traumatisme, HSA de faible grade	
<i>Facteurs affectant la PIC</i>	
Rotation extrême du cou	
Compression aorto-cave	
Gravité du traumatisme crânien	
HSA de faible grade	
Tumeur cérébrale, masse, hématome grossissant	
Hypoxémie	
Hypercapnie	
Hypotension	

PPC = pression de perfusion cérébrale; PUP = perfusion utéro-placentaire; TAM = tension artérielle moyenne; PVU = pression veineuse utérine; CAM = concentration alvéolaire minimale; HSA = hémorragie sous-arachnoïdienne; PIC = pression intracrânienne

Premier trimestre

Au début du premier trimestre, les inquiétudes principales demeurent les risques liés à la tératogénicité et aux malformations congénitales fœtales. Au cours du premier trimestre, le taux d'avortement spontané est d'environ 12 %. Ce risque baisse à moins de 5 % dans les deuxième et troisième trimestres. Au début de la période gestationnelle, tous les types de prise en charge, notamment la chirurgie, la chimiothérapie et la radiothérapie, peuvent augmenter les risques d'avortement; dès lors, il convient d'évaluer minutieusement les risques et les avantages.^{1,12-14} L'utilisation d'anticonvulsivants augmente également les risques de malformation fœtale et/ou de décès du fœtus.¹⁵ La prudence dicte d'offrir des consultations exhaustives à la mère concernant les risques d'avortement spontané et d'anomalies congénitales. Ce processus devrait comprendre une discussion concernant l'interruption de la grossesse si l'état médical de la mère nécessite un traitement de chimiothérapie intensif.

Deuxième trimestre

La chirurgie est en général recommandée et sécuritaire au cours du deuxième trimestre.^{1,12,13}

Troisième trimestre

À la fin du troisième trimestre, il convient d'envisager un accouchement d'urgence si l'état de la mère se détériore. Dans le cas d'une détérioration aiguë des symptômes neurologiques, il faut envisager un accouchement par césarienne sous anesthésie générale immédiatement suivi d'une décompression neurochirurgicale.^{1,12,13} Si les symptômes peuvent être maîtrisés de façon pharmacologique, on recommande l'accouchement au début du troisième trimestre après avoir évalué la maturité des poumons du fœtus. Il n'existe que peu de comptes rendus relatant des cas où l'accouchement et l'intervention neurochirurgicale ont été réalisés simultanément.¹² En réalisant l'accouchement avant l'intervention neurochirurgicale, on élimine les inquiétudes concernant un pronostic fœtal défavorable lié à l'hyperventilation, à l'administration de mannitol, au coma barbiturique, et à l'hypertension ou l'hypotension induites.

Accouchement par césarienne ou vaginal?

Un accouchement par césarienne devrait être envisagé dans plusieurs circonstances: lorsque l'état clinique de la mère est grave (coma, lésion au tronc cérébral); si une rupture d'anévrisme est diagnostiquée à terme pendant le travail obstétrical; et si l'intervalle entre le traitement neurochirurgical de l'anévrisme et le travail obstétrical est de moins de huit jours.¹⁶ Lors de détérioration neurologique aiguë, l'accouchement par césarienne devrait normalement être réalisé sous anesthésie générale. De cette manière, on obtient un meilleur contrôle des voies aériennes, une hyperventilation thérapeutique et un état hémodynamique stable. Dans d'autres situations, par ex. après avoir clampé un anévrisme cérébral rompu, la grossesse peut continuer à évoluer jusqu'à terme. Dans de tels cas, on peut réaliser un accouchement vaginal. Dans la plupart des maladies rachidiennes, notamment les hernies au niveau des disques lombaires et les tumeurs, un traitement chirurgical peut être entrepris en toute sécurité avant l'accouchement tout en poursuivant la grossesse. Chez les patientes présentant un déficit neurologique progressif à 34-36 semaines de grossesse ou plus tard, la chirurgie du rachis devrait être réalisée soit après l'accouchement vaginal ou par césarienne, soit au même moment.^{12,13}

Tableau 4 Questions clés pour la prise en charge de l'anesthésie pour neurochirurgie pendant la grossesse

Maladies cérébrales	Prise en charge de l'anesthésie
A: Tumeur cérébrale	
Anesthésie générale	Technique anesthésique mixte (opioïdes à courte durée d'action / anesthésie intraveineuse / air / curare) Réduire les réponses hémodynamiques avec des bolus supplémentaires de propofol / opioïdes / lidocaïne (60-90 sec avant l'intubation trachéale) Réduire les réponses nociceptives avec des bolus supplémentaires d'opioïdes et de propofol Tête surélevée à 15-20°, coussin sous la hanche droite, faible dose de mannitol, stéroïdes, normoventilation Maintien de la normothermie Prophylaxie contre TVP (bas de compression pneumatique)
Craniotomie vigile	Éviter les benzodiazépines Faibles doses de rémifentanyl ($0,03\text{--}0,05 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) et perfusion de propofol ($25\text{--}30 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) Coussin sous la hanche droite Bloc nerveux bilatéral du scalp
B: Anévrisme intracrânien	
Clampage	Éviter les fluctuations hémodynamiques aiguës Toutes les méthodes décrites ci-dessus Agents neuroprotecteurs tels que des bolus de propofol pendant le clampage temporaire Hypertension induite (20 % au-dessus de la valeur de base) pendant le clampage temporaire Éviter l'hypotension
Rupture	Neuroprotection à l'aide de propofol, normotension, hyperventilation temporaire
Embolisation	Toutes les méthodes décrites ci-dessus, bouclier abdominal Minimiser l'exposition aux rayons, faibles doses d'agent de contraste hydrosoluble
C: Traumatismes crâniens	
	Éviter l'hypotension et l'hypoxémie, et maintenir la normoventilation En cas d'hernie, hyperventilation temporaire
D: Tumeur rachidienne	
	Toutes les méthodes décrites Le positionnement doit être progressif avec un monitoring fœtal, l'abdomen doit être libre

TVP = thrombose veineuse profonde

Objectifs et considérations anesthésiques

L'objectif le plus important pour l'anesthésiologiste est de maintenir un débit sanguin cérébral ainsi qu'une pression de perfusion utéro-placentaire optimaux (tableau 3).^{1,12,13} La pression de perfusion cérébrale (PPC) devrait être optimisée en évitant l'hypotension, l'hypovolémie et les augmentations aiguës de PIC. En revanche, le maintien de la circulation utéro-placentaire nécessite une tension artérielle moyenne (TAM) optimale, l'utilisation restreinte de vasoconstricteurs, la prévention de l'hyperventilation prolongée et la minimisation de la compression aorto-cave (inclinaison latérale gauche ou coussin sous la hanche droite). Bien qu'il n'existe pas de cible définie de PPC optimale chez les patientes enceintes, un objectif raisonnable serait de conserver la TAM à 20 % au maximum au-dessus de sa valeur de base. La clé d'un bon pronostic maternel et fœtal consiste à prévenir les lésions cérébrales secondaires et comprend la prévention de l'hypoxémie, de l'hyper- ou de l'hypoglycémie, de l'hyper- ou de l'hypothermie, sans oublier surtout de prévenir l'inhalation (tableau 4).^{12,13}

La PIC élevée

Les stratégies de prise en charge courantes pour faire baisser la PIC comprennent un bon positionnement (surélévation de la tête de 15-30°), l'utilisation de faibles doses de mannitol pour éviter l'hypovolémie et la déshydratation fœtale, l'hyperventilation légère à modérée (risque de vasoconstriction utéro-placentaire et déplacement vers la gauche de la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine), l'utilisation de stéroïdes, le non-recours au protoxyde d'azote et l'utilisation d'une anesthésie intraveineuse totale (AIVOC).^{17,18}

Le mannitol est un agent diurétique osmotique qui traverse le placenta et est excrété dans l'urine fœtale. Dans des tests sur des modèles animaux, il a été démontré que l'augmentation d'osmolalité maternelle produite par le mannitol pouvait aller jusqu'à 25 %, provoquant une déshydratation fœtale, une contraction volumique et de la bradycardie.¹⁷ Le mannitol à faible dose a été utilisé de façon sécuritaire dans le cadre de diverses interventions neurochirurgicales et devrait donc être proposé dans les situations très urgentes.

Les femmes enceintes ont généralement des valeurs de base de PaCO_2 plus basses (≤ 32 mmHg) que la normale; dès lors, une cible temporairement plus basse pourrait être visée pour réduire une PIC très élevée.^{1,12-14} En neurochirurgie, les corticostéroïdes sont en général utilisés pour réduire l'œdème péri-tumoral et dans les lésions de la moelle épinière et ils peuvent être utilisés pour les œdèmes vasogéniques.¹²

Considérations hémodynamiques

Pour l'hémodynamie, l'objectif est de préserver la PPC et la perfusion utéro-placentaire (tableau 3).^{12,13} L'optimisation de la pression de perfusion cérébrale ($\text{PPC} = \text{TAM} - \text{PIC}$) nécessite le maintien d'une TAM adaptée (jusqu'à 20 % plus élevée que la valeur de base) et la réduction de la PIC. En revanche, la préservation de la perfusion utéro-placentaire nécessite un débit sanguin utéro-placentaire adéquat grâce à la minimisation de l'obstruction veineuse ou de la résistance au débit. Il est également très important d'éviter la compression aorto-cave. Afin d'éviter la compression de la veine cave après 20 semaines de grossesse, une inclinaison latérale gauche de tout le corps devrait être instaurée si elle est jugée acceptable d'un point de vue neurochirurgical, étant donné qu'un coussin sous la hanche droite pourrait entraîner une rotation indésirable de la colonne vertébrale. En outre, l'autorégulation cérébrale demeure assez bien préservée chez les patientes enceintes; toutefois, on observe un émoussement léger des réponses au cours du dernier trimestre. Par conséquent, le maintien de la pression artérielle à des valeurs plus élevées que les valeurs de base aiderait à réduire la PIC.

La neuroprotection

À l'heure actuelle, nous manquons de données pour interpréter la signification des stratégies de neuroprotection pour la prise en charge des femmes enceintes en neurochirurgie. Le propofol, les barbituriques, la lidocaïne et le magnésium sont des médicaments qui peuvent être considérés comme neuroprotecteurs pendant les interventions neurochirurgicales chez les patientes enceintes. Bien qu'il existe des données probantes démontrant un effet neuroprotecteur du magnésium sur le fœtus avant terme, le rôle du magnésium en tant qu'agent neuroprotecteur chez la femme enceinte subissant une intervention neurochirurgicale nécessite davantage de recherches.¹⁹ Pendant le clampage temporaire (ischémie), on peut réaliser un test de « burst suppression » électroencéphalographique à l'aide de propofol intraveineux.

L'effet du positionnement

Différentes interventions neurochirurgicales ont été réalisées en toute sécurité sur des patientes enceintes

dans différentes positions, notamment latérale, ventrale et assise.²⁰ Il est important d'effectuer ces changements de position très lentement (pour maintenir la pression de perfusion cérébrale) et sans mouvement abrupt. L'abdomen doit être libre et, comme mentionné plus haut, la compression de la veine cave doit être évitée.¹² Tous les points de pression doivent être vérifiés et rembourrés. S'il est bien fait, le positionnement allongé sur le ventre peut être bénéfique pour la circulation utéro-placentaire. La fréquence cardiaque fœtale (FCF) doit être évaluée avant, pendant et après le positionnement final. Des interventions sur le rachis ont été réalisées avec succès en position ventrale ou latérale. Pour la position ventrale, un cadre de Wilson ou un rouleau de laminectomie peuvent être utilisés pour obtenir un positionnement optimal.

Le monitoring maternel et fœtal

Outre le monitoring standard, le monitoring régulier des médicaments anticonvulsivants a été recommandé pour chaque trimestre et peu après l'accouchement; de plus, la dose doit être ajustée afin d'éviter de précipiter une crise épileptique pendant la grossesse ou les symptômes de toxicité après la naissance.²¹ Le rôle d'autres méthodes de monitoring neurologique spécifiques chez les patientes enceintes, tels que le Doppler transcrânien, l'oxymétrie cérébrale, l'oxymétrie veineuse jugulaire et la microdialyse, reste à étudier. Les méthodes de monitoring fœtal pendant la grossesse comprennent le monitoring externe de la FCF (par auscultation ou cardiotocographie continue), l'échographie Doppler couleur, et les échographies en série.^{22,23} La variabilité de la fréquence cardiaque fœtale est un important indicateur du bien-être fœtal. En l'absence d'effets dus à des médicaments, la variabilité de la FCF indique une détresse fœtale. Le monitoring de la FCF peut être maintenu après l'opération, étant donné que le risque de travail prématuré atteint son maximum au cours de cette période.

L'anesthésie intraveineuse ou à base d'halogénés

Tous les halogénés diminuent le tonus utérin, avec un risque accru de saignement utérin et une augmentation du débit sanguin cérébral de façon dépendante à la concentration.²⁴ Dans les cas de PIC élevée préexistante, ces agents ne sont pas idéaux pour les patientes enceintes subissant une intervention neurochirurgicale. En revanche, une anesthésie intraveineuse n'affecte pas le tonus utérin et est un vasoconstricteur cérébral (elle réduit une PIC); par conséquent, l'anesthésie intraveineuse est la technique idéale dans une telle situation.²⁵

Tableau 5 Directives courantes pour les soins périopératoires des patientes enceintes neurochirurgicales**Chirurgie**

1. La neurochirurgie non urgente doit être retardée jusqu'à après l'accouchement.
2. En cas décompensation neurologique, la patiente enceinte devrait subir une intervention neurochirurgicale très urgente indépendamment du trimestre de grossesse.
3. Les interventions neurochirurgicales non urgentes devraient être réalisées après le premier trimestre, de préférence pendant le deuxième trimestre.

Prise en charge non chirurgicale (médicale / chimiothérapie / radiothérapie)

1. La prise en charge non chirurgicale essentielle doit être mise en place tôt, si nécessaire, indépendamment du trimestre de grossesse.
2. Les risques et les avantages de chaque traitement doivent être personnalisés, et les risques d'avortement et de malformations congénitales discutés avec la patiente.
3. La chimiothérapie et la radiothérapie ont été utilisées en toute sécurité pour traiter des tumeurs cérébrales et ce, même au premier trimestre.

Anesthésie

1. Aucun agent anesthésique utilisé à l'heure actuelle n'a montré d'effets tératogènes chez l'humain lors de l'utilisation de concentrations habituelles, quel que soit l'âge gestationnel.
2. Lorsque cela est possible, il convient d'éviter les benzodiazépines.
3. L'anesthésie régionale est contre-indiquée dans les cas de pression intracrânienne élevée établie ou suspectée.

Monitoring de la fréquence cardiaque fœtale (FCF)

1. Le monitoring de la fréquence cardiaque fœtale peut être utile lors du positionnement de la mère et pour la prise en charge cardiorespiratoire; il pourrait influencer sur la décision d'accoucher le fœtus.
2. Si le fœtus est considéré comme étant pré-viable, il suffit en général d'utiliser un Doppler pour la FCF (avant et après l'intervention).
3. Si le fœtus est considéré comme étant viable, un monitoring électronique simultané de la fréquence cardiaque fœtale et des contractions devrait être réalisé (avant et après l'intervention).

(Une personne qualifiée doit être disponible pour interpréter le tracé de fréquence cardiaque fœtale).

(Basé sur les recommandations de pratique obstétricale du Comité du Collège américain des obstétriciens et gynécologues pour les chirurgies non obstétricales pendant la grossesse)

Prise en charge du vasospasme cérébral

L'utilisation d'antagonistes des canaux calciques (nimodipine) est le traitement standard pour les vasospasmes cérébraux; toutefois, les données à propos de ce traitement et de la grossesse sont limitées.²⁶ Le rôle de la thérapie triple-H (hypervolémie, hypertension, et hémodilution) n'est pas clairement établi pendant la grossesse; de plus, ce traitement peut provoquer une surcharge liquidienne, un œdème pulmonaire et une ischémie myocardique.

L'anesthésie régionale

L'anesthésie régionale minimise indubitablement les complications liées aux voies aériennes associées à l'anesthésie générale, notamment l'échec de l'intubation trachéale et l'inhalation. Toutefois, le choix d'une anesthésie régionale peut dépendre de plusieurs facteurs, notamment de la coopération de la patiente, de l'état de coagulation, du type de pathologie cérébrale existante, du type d'intervention neurochirurgicale réalisée, des données hémodynamiques cérébrales présentes (PIC), des déficits neurologiques (paraplégie, hémiplegie) et du contrôle des crises épileptiques.²⁷ La patiente stable ayant déjà subi une neurochirurgie au début du premier ou pendant le deuxième trimestre pourrait bénéficier d'une anesthésie régionale à

terme. À l'heure actuelle, l'intervalle minimum requis entre une intervention neurochirurgicale primaire et un accouchement par césarienne ou vaginal sous anesthésie régionale est inconnu. Toutefois, il devrait s'écouler suffisamment de temps (probablement quelques semaines) avant l'accouchement pour stabiliser l'hémodynamie cérébrale. Parmi les désavantages de l'anesthésie régionale, citons l'hypotension subite, la fuite de liquide céphalorachidien, les céphalées post-ponction durale, une augmentation de la PIC (volume du médicament péri-dural et débit d'administration du médicament), l'hernie en cas de PIC élevée préexistante et les lésions neurologiques.²⁸ En revanche, de nombreux cliniciens ont utilisé l'anesthésie régionale en toute sécurité (par voie rachidienne ou péri-durale) pour les accouchements vaginaux ou la césarienne ainsi que pour d'autres chirurgies chez des patientes enceintes présentant des pathologies neurologiques. Les risques et les avantages de l'anesthésie régionale doivent être évalués avec soin et faire l'objet de discussions avec l'obstétricien et le neurochirurgien.

Les interventions en neuroradiologie

Les interventions de placement de spirales et d'embolisation ont été utilisées de façon sécuritaire chez les femmes enceintes

pour la prise en charge des anévrismes intracrâniens et des MAV, respectivement.^{1,12,29} Parmi les considérations importantes visant à minimiser l'exposition du fœtus aux rayons, citons la réalisation d'une angiographie sélective, la réduction du temps de fluoroscopie, et l'utilisation d'un bouclier abdominal. L'imagerie par résonance magnétique est recommandée à des fins diagnostiques si l'état de la patiente est stable, particulièrement pendant le premier trimestre. Lorsque l'état est très urgent ou instable, un tomodensitogramme est recommandé. Pendant le tomodensitogramme et l'angiographie, la dose de radiation est en générale réduite à < 0,05 rem et 0,1 rem, respectivement, lorsque des mesures de sécurité sont appliquées; toutefois, l'exposition aux rayons autorisée pour les fœtus plus tard dans la grossesse est de 0,5 rem. L'agent de contraste hydrosoluble est sécuritaire pour le fœtus; toutefois, un bon volume vasculaire doit être maintenu afin de prévenir la déshydratation fœtale.

Conclusion

Quelle que soit la chirurgie envisagée, les considérations générales requièrent une évaluation minutieuse du rapport risques/bienfaits de l'intervention en question et, lorsque cela est possible, le report de la chirurgie jusqu'au deuxième trimestre, une période relativement sécuritaire, ou jusqu'à l'accouchement. Dans les situations très urgentes, la santé de la mère est toujours prioritaire; toutefois, la conservation d'une perfusion utéro-placentaire adéquate (prévention de l'hypotension, de l'hypoxémie, de la compression aorto-cave, etc.) devrait être encouragée afin d'éviter l'asphyxie fœtale. Les directives générales du Collège américain des obstétriciens et gynécologues (*American College of Obstetricians and Gynecologists*) pour les interventions chirurgicales non obstétricales peuvent être modifiées et appliquées à ce sous-groupe en particulier (tableau 5).³⁰ En général, la prise en charge anesthésique des cas de neurochirurgie chez les patientes enceintes comprend la prévention des fluctuations aiguës de l'hémodynamie, le traitement rapide d'une PIC élevée, le non-recours aux benzodiazépines, l'hyperventilation temporaire (seulement lorsqu'indiqué), l'utilisation d'opioïdes à plus courte durée d'action, le monitoring effractif adapté, le monitoring de la FCF lorsqu'indiqué et une planification minutieuse de l'accouchement à venir.

En résumé, les considérations maternelles doivent être priorisées en cas de chirurgie très urgente, indépendamment du trimestre de grossesse, et la prise en charge la plus adaptée pour les patientes non enceintes dans des états pathologiques semblables devrait être proposée à la mère. Deuxièmement, il y a toujours un risque de perte du fœtus et de malformation congénitale, particulièrement au début du premier trimestre; c'est pourquoi il convient de bien conseiller la mère. Enfin,

après 34 semaines, l'accouchement semble être le premier choix et, dans ce cas, le rôle de l'anesthésie régionale doit être planifié avec soin après avoir fait une analyse minutieuse de la pathologie neurochirurgicale et de l'état de la mère. Une approche multidisciplinaire accompagnée d'une bonne communication entre les divers membres de l'équipe joue indubitablement un rôle crucial pour la prise en charge réussie de tels cas.

Cas clinique

Une patiente de 32 ans, enceinte de 36 semaines, arrive à l'urgence de votre hôpital et se plaint de céphalées soudaines et fortes accompagnées de vomissements. Elle est fumeuse (un paquet par jour pendant 10 ans) et consomme de l'alcool (une bouteille de bière par jour). Son frère est décédé à 34 ans d'une maladie vasculaire cérébrale inconnue. Lors de son admission à l'hôpital, la patiente est consciente et, hormis une légère rigidité au niveau du cou, ne présente aucun signe neurologique. Les signes vitaux de la patiente sont les suivants: pouls 60 battements·min⁻¹, tension artérielle 170/96 mmHg, et fréquence cardiaque fœtale 104 battements·min⁻¹.

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

1. Lisez cet article et les références en **gras**.
2. Allez à: <http://www.cas.ca/Membres/modules-de-DPC> et choisissez le module actuel (Les interventions neurochirurgicales chez la patiente enceinte: considérations périopératoires).
3. Répondez aux questions à choix de réponses concernant le cas clinique.
4. Une fois que vous avez saisi toutes vos réponses, vous aurez accès aux explications d'experts pour tous les choix possibles.
5. Les participants peuvent réclamer un maximum de quatre heures de DPC pour un total de 12 crédits sous la Section 3 du programme de DPC du Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada.

Disclosure There are no financial or competing interests.

Déclaration Aucun conflit d'intérêt ou financier à déclarer.

References

1. Qaiser R, Black P. Neurosurgery in pregnancy. *Semin Neurol* 2007; 27: 476-81.

2. Nossek E, Ekstein M, Rimon E, Kupferminc MJ, Ram Z. Neurosurgery and pregnancy. *Acta Neurochir (Wien)* 2011; 153: 1727-35.
3. Cowppli-Bony A, Bouvier G, Rue M, et al. Brain tumors and hormonal factors: review of the epidemiological literature. *Cancer Causes Control* 2011; 22: 697-714.
4. Mazonakis M, Damilakis J, Theoharopoulos N, Varveris H, Gourtsoyiannis N. Brain radiotherapy during pregnancy: an analysis of conceptus dose using anthropomorphic phantoms. *Br J Radiol* 1999; 72: 274-8.
5. Tang SC, Jeng JS. Management of stroke in pregnancy and the puerperium. *Expert Rev Neurother* 2010; 10: 205-15.
6. Kim YW, Neal D, Hoh BL. Cerebral aneurysms in pregnancy and delivery: pregnancy and delivery do not increase the risk of aneurysm rupture. *Neurosurgery* 2013; 72: 143-9.
7. Roman H, Descargues G, Lopes M, et al. Subarachnoid hemorrhage due to cerebral aneurysmal rupture during pregnancy. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2004; 83: 330-4.
8. Smith MW, Marcus PS, Wurtz LD. Orthopedic issues in pregnancy. *Obstet Gynecol Surv* 2008; 63: 103-11.
9. Roelvink NC, Kamphorst W, van Alphen HA, Rao BR. Pregnancy-related primary brain and spinal tumors. *Arch Neurol* 1987; 44: 209-15.
10. Mirza FG, Devine PC, Gaddipati S. Trauma in pregnancy: a systematic approach. *Am J Perinatol* 2010; 27: 579-86.
11. Berry C, Ley EJ, Mirocha J, Margulies DR, Tillou A, Salim A. Do pregnant women have improved outcomes after traumatic brain injury? *Am J Surg* 2011; 201: 429-32.
12. Ng J, Kitchen N. Neurosurgery and pregnancy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2008; 79: 745-52.
13. Wang LP, Paech MJ. Neuroanesthesia for the pregnant woman. *Anesth Analg* 2008; 107: 193-200.
14. Reitman E, Flood P. Anaesthetic considerations for non-obstetric surgery during pregnancy. *Br J Anaesth* 2011; 107(suppl 1): i72-8.
15. Brosh K, Matok I, Sheiner E, et al. Teratogenic determinants of first-trimester exposure to antiepileptic medications. *J Popul Ther Clin Pharmacol* 2011; 18: e89-98.
16. Roman H, Descargues G, Lopes M, et al. Subarachnoid hemorrhage due to cerebral aneurysmal rupture during pregnancy. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2004; 83: 330-4.
17. Basso A, Fernandez A, Althabe O, Sabini G, Piriz H, Belitzky R. Passage of mannitol from mother to amniotic fluid and fetus. *Obstet Gynecol* 1977; 49: 628-31.
18. Tomimatsu T, Kakigano A, Mimura K, et al. Maternal hyperventilation during labor revisited: its effects on fetal oxygenation. *Reprod Sci* 2012; 19: 1169-74.
19. Harman F, Hasturk AE, Yaman M, et al. Neuroprotective effects of propofol, thiopental, etomidate, and midazolam in fetal rat brain in ischemia-reperfusion model. *Childs Nerv Syst* 2012; 28: 1055-62.
20. Armstrong S, Fernando R, Columb M, Jones T. Cardiac index in term pregnant women in the sitting, lateral, and supine positions: an observational, crossover study. *Anesth Analg* 2011; 113: 318-22.
21. Adab N. Therapeutic monitoring of antiepileptic drugs during pregnancy and in the postpartum period: is it useful? *CNS Drugs* 2006; 20: 791-800.
22. Tuncali B, Aksum M, Katircioglu K, Akkol I, Savaci S. Intraoperative fetal heart rate monitoring during emergency neurosurgery in a parturient. *J Anesth* 2006; 20: 40-3.
23. Kilpatrick CC, Puig C, Chohan L, Monga M, Orejuela FJ. Intraoperative fetal heart rate monitoring during nonobstetric surgery in pregnancy: a practice survey. *South Med J* 2010; 103: 212-5.
24. Yoo KY, Lee JC, Yoon MH, et al. The effects of volatile anesthetics on spontaneous contractility of isolated human pregnant uterine muscle: a comparison among sevoflurane, desflurane, isoflurane, and halothane. *Anesth Analg* 2006; 103: 443-7.
25. Cole CD, Gottfried ON, Gupta DK, Couldwell WT. Total intravenous anesthesia: advantages for intracranial surgery. *Neurosurgery* 2007; 61: 369-77.
26. Afifi Y, Churchill D. Pharmacological treatment of hypertension in pregnancy. *Curr Pharm Des* 2003; 9: 1745-53.
27. Veering BT. Regional anesthesia and the patient with preexisting neurological disease. *Curr Opin Anaesthesiol* 2009; 22: 634-6.
28. Grocott HP, Mutch WA. Epidural anesthesia and acutely raised increased intracranial pressure: lumbar epidural space hydrodynamics in a porcine model. *Anesthesiology* 1996; 85: 1086-91.
29. Tarnaris A, Haliasos N, Watkins LD. Endovascular treatment of ruptured intracranial aneurysms during pregnancy: is this the best way forward? Case report and review of the literature. *Clin Neurol Neurosurg* 2012; 114: 703-6.
30. ACOG Committee on Obstetric Practice. ACOG Committee Opinion No. 474: Nonobstetric surgery during pregnancy. *Obstet Gynecol* 2011; 117: 420-1.