Editorial

Dynamic anatomy of upper airway: an essential paradigm

Orlando R. Hung, Ian Morris

INABILITY to provide ventilation and oxygenation in the presence of a difficult laryngoscopic intubation is a medical catastrophe. In recent decades, anesthesiologists have become more aware of the critical importance of preoperative airway assessment and the necessity of acquiring experience in alternative techniques for airway management. Various task forces and focus groups have been created in North America to evaluate and address a variety of situations. Guidelines and recommendations have been developed to manage patients with an anticipated and unanticipated difficult airway.¹⁻² Although a careful preoperative airway assessment can predict many difficult airways, in some instances a subtle variation in the anatomical features can still be overlooked. In this issue of the journal, Dr. Asai and colleagues present an interesting case that emphasizes the importance of thorough preoperative airway assessment, including a review of any intubation records.³ They illustrate the importance of recording the laryngoscopic view of the upper airway and any observed abnormalities. Although no difficulty with ventilation or intubation “was recognized” at the time of the previous intubation in this case, no details were presented. The patient’s impaired level of consciousness and lack of response to verbal stimuli may have compromised the preoperative examination of the airway. Symptoms related to the pharyngeal mass, if any, would also be difficult or impossible to detect.

While Dr. Asai’s report stresses the importance of preparation and readiness in airway management, it also serves to remind us of an important issue that has not been emphasized in our traditional teaching of airway management, namely the dynamic nature of the upper airway anatomy. The anatomy of the upper airway changes with physiological or disease states. In some cases, the changes can make laryngoscopic intu-

bation more difficult. In other cases, the changes may render laryngoscopic intubation more favourable.

It is well known that pregnancy, particularly accompanied with preeclampsia, and morbid obesity, have an important impact on the upper airway; both typically narrowing the airway with redundant folds of soft tissue (obesity) or pharyngeal edema (preeclampsia).⁴⁻⁶ Although it is conceivable that these “excessive” soft tissue masses and edema will regress after labour or weight reduction, how quickly such change occurs is not known. Farcon and colleagues⁷ reported the changes of Mallampati scores, a reflection of degree of difficulties in laryngoscopic intubation, in a patient during labour. Mallampati’s scores deteriorated from I and II to III and IV and then returned to the previous states, all within the course of a day. They suggested that, in addition to the usual airway evaluation on admission, the assessment should be repeated in the obstetric patient before induction of general anesthesia.

Surgical procedures that alter the skeletal or soft tissues of the head and neck can also change the upper airway anatomy, making laryngoscopic intubation difficult. Coonan *et al.*⁸ reported a contracture of the temporalis muscle with “pseudo” ankylosis of the jaw and difficult laryngoscopy several weeks following surgery in the region of the temporal fossa. Similarly, situations can occur following surgery of the temporomandibular joints and mandible, fusion of the cervical spine, and reconstructive orthognathic and cosmetic surgery.⁹⁻¹⁰ In patients with cervical sclerosis after radiotherapy or severe burn, airway management can also be difficult.¹¹ All these situations stress the importance of airway assessment in spite of a recent successful and uneventful laryngoscopic intubation.

While progressive changes of the upper airway are well known in disease states, such as neoplasms or mucopolysaccharide storage disease, upper airway

Address correspondence to: Departments of Anesthesia and Pharmacology, Dalhousie University, Queen Elizabeth II Health Sciences Centre, 1278 Tower Rd, Halifax, Nova Scotia B3H 2Y9. Phone: 902-473-7767; Fax: 902-423-9454; E-mail: hungorla@is.dal.ca

changes related to age are less well understood. Gunawardana reported the laryngoscopic findings of 800 consecutive pediatric patients presenting for cleft lip or palate surgery, in whom an attempt was made to correlate the Cormack and Lehane grades found at laryngoscopy with the degree of difficulty experienced at intubation.¹² The degree of laryngoscopic difficulty appeared to decrease with increasing age, with no difficult laryngoscopy reported in children aged five years or more. This is in contrast to conditions such as Goldenhar syndrome, where intubation often becomes more difficult with increasing age.

During the last several decades, many airway parameters and measurements have been developed to predict difficult laryngoscopic intubation.¹³ However, all have limitations. It is possible that these static measurements do not take into consideration the dynamic nature of the upper airway anatomy. Colleagues from radiology and otolaryngology have been using sophisticated tools to evaluate the dynamic upper airway in sleep apnea syndrome and plan strategies accordingly in managing these patients.¹⁴⁻¹⁵ Along with traditional polysomnography, cephalometry, and electromyograph, 3-dimensional MRI, cine computed tomography (CT), and acoustic reflection techniques also provide noninvasive methods of determining the dynamic airway geometry in sleep apnea patients. While the dynamic airway changes frequently present many challenges in airway management under anesthesia, currently there is little emphasis on developing strategies or tools to study and manage this problem. It is hoped that with a multidisciplinary approach, using these noninvasive tools, the dynamic upper airway anatomy in different physiological or disease states, such as pregnancy and morbid obesity, can be characterized. The understanding of these changes may help us to develop strategic plans in managing the airway in this new century.

While it is important that we should have a clear understanding of the temporal alteration in the anatomy of the upper airway, it is even more important for clinicians to develop strategies to manage the unanticipated difficult airway. In other words, we cannot overemphasize the importance of careful airway assessment on each occasion in which airway management is required. We must also appreciate the ability of airway anatomy to change or pathology to progress over time. When difficult intubation and ventilation are unexpectedly encountered, the available options in airway management must be individualized to the clinical setting and the expertise of the professional. Finally, we must remember that no single technique is foolproof and without risk.

L'anatomie dynamique des voies aériennes supérieures : un paradigme essentiel

L'impossibilité de fournir la ventilation et l'oxygénation en présence d'une intubation laryngoscopique difficile est une catastrophe médicale. Au cours des récentes décennies, les anesthésiologistes sont devenus plus conscients de l'importance critique d'une évaluation préopératoire de l'intubation et de la nécessité d'acquérir l'expérience des nouvelles techniques de prise en charge des voies aériennes. Diverses équipes de travail et de groupe d'études ont été créés en Amérique du Nord pour évaluer et étudier nombre de situations. Des lignes directrices et des recommandations ont été formulées pour traiter les patients chez qui l'intubation difficile est anticipée ou non.¹⁻² Une évaluation préopératoire attentive de l'intubation peut signaler de nombreux problèmes des voies aériennes, mais dans certains cas, une variation subtile des caractéristiques anatomiques peut passer inaperçue. Dans le présent numéro du journal, le docteur Asai et ses collègues présentent un cas intéressant qui met l'accent sur l'importance d'une évaluation en profondeur de l'intubation, y compris un examen de tout bilan d'intubation.³ Ils illustrent l'intérêt de noter l'aspect laryngoscopique des voies aériennes supérieures et toute anomalie observée. Même si, dans le cas présenté, aucune difficulté de ventilation ou d'intubation n'a été «reconnue» au moment de l'intubation antérieure, aucun détail ne figure au dossier. Le niveau de conscience altéré de la patiente et l'absence de réponse aux stimuli verbaux peuvent avoir compromis l'examen préopératoire du conduit aérien. Des symptômes reliés à une masse pharyngienne, si c'est le cas, pourrait être également difficile ou impossible à détecter.

Le rapport du docteur Asai insiste sur le rôle de la mise en oeuvre de l'intubation et du fait d'être prêt à y procéder, mais il sert aussi à nous rappeler un élément primordial sur lequel n'insiste pas l'enseignement traditionnel de l'intubation, à savoir la nature dynamique de l'anatomie des voies aériennes supérieures. Cette anatomie se modifie selon l'état physiologique ou lésionnel. Dans certains cas, les changements peuvent rendre l'intubation laryngoscopique plus difficile. Dans d'autres cas, les changements peuvent la faciliter.

On sait que la grossesse, particulièrement dans les cas de prééclampsie et d'obésité morbide, a un effet important sur les voies aériennes supérieures; ces deux situations entraînent le rétrécissement du conduit aérien et s'accompagnent de tissu mou en excès (obésité) ou d'œdème pharyngé (prééclampsie).⁴⁻⁶ Bien que l'on puisse s'attendre à ce que ces masses «excessives» de tissu mou et cet œdème régressent après le travail obstétrical ou la perte de poids, on ne peut dire quand ces changements vont survenir. Farcon et ses collaborateurs⁷ signalent les modifications des scores de Mallampatti, une illustration du degré de difficulté de l'intubation laryngoscopique, chez une patiente pendant le travail. Les scores de Mallampatti se détériorent, passant de I et II à III et IV, puis revenant à l'état précédent, tout cela en un jour. Ils croient que, en plus de l'évaluation habituelle de l'intubation lors de l'admission, l'examen devrait être répété avant l'induction de l'anesthésie générale chez la patiente en obstétrique.

Les opérations qui modifient le squelette ou les tissus mous de la tête et du cou peuvent aussi changer l'anatomie des voies aériennes supérieures et compliquer l'intubation. Coonan *et coll.*⁸ rapportent une contracture du muscle temporal accompagné d'une «pseudo» ankylose de la mâchoire et d'une laryngoscopie difficile quelques semaines après une intervention dans la région de la fosse temporale. De même, des problèmes peuvent se présenter après une intervention aux articulations temporo-mandibulaires et à la mandibule, une arthrodèse du rachis cervical et une opération reconstructive cosmétique orthognathe.⁹⁻¹⁰ Chez les patients atteints de sclérose cervicale à la suite de radiothérapie ou de brûlure sévère, l'intubation peut être aussi difficile.¹¹ Tous ces exemples démontrent bien l'importance d'une évaluation des voies aériennes malgré une intubation laryngoscopique récente réussie et sans incident.

Tandis que les changements progressifs des voies aériennes supérieures sont bien connus pour des affections comme le néoplasme ou la mucopolysaccharidose, les modifications des voies aériennes reliées à l'âge sont moins bien comprises. Gunawardana a cité les observations laryngoscopiques de 800 patients pédiatriques successifs qui se sont présentés pour une opération de fissure labiale ou palatine. Un essai a été fait chez ces enfants afin de mettre en corrélation la classification de Cormack et Lohan, trouvées lors de la laryngoscopie, avec le degré de difficulté expérimenté lors de l'intubation.¹² Le degré de difficulté laryngoscopique semblait diminuer avec l'âge, aucune difficulté n'étant rapportée chez les enfants de cinq ans et plus. Ce qui est différent de situation comme le syndrome de Goldenhar où l'intubation devient souvent plus difficile avec l'âge.

Pendant les dernières décennies, de nombreux paramètres d'intubation et de mesures ont été élaborés pour permettre de prédire une intubation laryngoscopique difficile.¹³ Mais ils ont toutes des limites. Il est possible que ces mesures statiques ne tiennent pas compte de la nature dynamique de l'anatomie des voies aériennes supérieures. Des collègues de radiologie et d'oto-laryngologie ont utilisé des outils sophistiqués pour évaluer la dynamique du conduit aérien, chez des patients atteints du syndrome d'apnée du sommeil, et des stratégies planifiées de traitement en conséquence.¹⁴⁻¹⁵ Avec la polysomnographie traditionnelle, la céphalométrie et l'électromyographie, l'IRM tridimensionnelle, la scanographie et les techniques de réflexion acoustique sont aussi des méthodes non effractives utilisées pour déterminer la géométrie dynamique des voies aériennes chez les patients aux prises avec l'apnée du sommeil. Les changements dynamiques des voies aériennes représentent fréquemment de nombreux défis pour l'intubation sous anesthésie, mais présentement, on ne cherche pas beaucoup à élaborer des stratégies ou des outils pour étudier et traiter ce problème. Il faut souhaiter qu'avec une démarche multidisciplinaire, qui utilise des procédés non effractifs, l'anatomie dynamique des voies aériennes supérieures puisse être caractérisée selon différents états physiologiques ou lésionnels comme la grossesse et l'obésité morbide. La connaissance de ces changements peut nous aider à formuler des plans stratégiques d'intubation.

Il est important que nous comprenions bien la modification temporelle de l'anatomie des voies aériennes, mais c'est encore plus important pour les cliniciens de mettre au point des stratégies d'intervention dans les cas d'intubation difficile non anticipée. En d'autres mots, nous ne pouvons trop insister sur l'importance d'une évaluation attentive du conduit aérien supérieur chaque fois qu'une intubation est nécessaire. Nous devons aussi prendre conscience de la capacité anatomique de changement des voies aériennes ou de progression de la pathologie avec le temps. En cas d'intubation et de ventilation difficiles inattendues, les solutions d'intubation possibles doivent être adaptées au contexte clinique et à l'expérience du professionnel. Finalement, nous devons nous rappeler qu'aucune technique n'est tout à fait sûre et sans risque.

References

- 1 Caplan RA, Benumof JL, Berry FA, *et al.* Practice guidelines for management of the difficult airway. A report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 1993; 78: 597-602.

- 2 Crosby ET, Cooper RM, Douglas MJ, et al. The unanticipated difficult airway with recommendations for management. *Can J Anaesth* 1998; 45: 757–76.
- 3 Asai T, Hirose T, Shingu K. Failed tracheal intubation using a laryngoscope and intubating laryngeal mask. *Can J Anesth* 2000; 47: 325–28.
- 4 Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 1984; 39: 1105–11.
- 5 Jouppila R, Jouppila P, Hollmén A. Laryngeal oedema as an obstetric anaesthesia complication: case reports. *Acta Anaesthesiol Scand* 1980; 24: 97–8.
- 6 Samsoon GL, Young JR. Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia* 1987; 42: 487–90.
- 7 Farcon EL, Kim MH, Marx GF. Changing Mallampati score during labour. *Can J Anaesth* 1994; 41: 50–1.
- 8 Coonan TJ, Hope CE, Howes WJ, Holmes RO, MacInnis EL. Ankylosis of the temporomandibular joint after temporal craniotomy: a cause of difficult intubation. *Can Anaesth Soc J* 1985; 32: 158–60.
- 9 Block C, Brechner VL. Unusual problems in airway management II. The influence of the temporomandibular joint, the mandible, and associated structures on endotracheal intubation. *Anesth Analg* 1971; 50: 114–23.
- 10 Boorin MR. Unanticipated difficult endotracheal intubation related to preexisting chin implant and mandibular condylar resorption. *Anesth Analg* 1997; 84: 686–9.
- 11 Giraud O, Bourgain JL, Marandas P, Billard V. Limits of laryngeal mask airway in patients after cervical or oral radiotherapy. *Can J Anaesth* 1997; 44: 1237–41.
- 12 Gunawardana RH. Difficult laryngoscopy in cleft lip and palate surgery. *Br J Anaesth* 1996; 76: 757–9.
- 13 Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, et al. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J* 1985; 32: 429–34.
- 14 Shepard JW Jr, Gefter WB, Guilleminault C, et al. Evaluation of the upper airway in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep* 1991; 14: 361–71.
- 15 Shellock FG, Schatz CJ, Julien PM, et al. Dynamic study of the upper airway with ultrafast spoiled GRASS MR imaging. *J Magn Reson Imaging* 1992; 2: 103–7.