

Le monitoring neuromusculaire Partie I : Revue et mise à jour

THOMAS M HERMMERLING, M.D., DEAA

Le monitoring de l'action des bloqueurs neuromusculaires est l'un des éléments essentiels de la pratique de l'anesthésiologie. Qu'il soit utilisé pour contrôler les voies respiratoires ou pour fournir des conditions chirurgicales optimales, le blocage neuromusculaire doit être induit, maintenu et renversé avec précaution. Seul un monitoring objectif peut assurer que tous les aspects sont pris en charge en toute sécurité. Ce numéro d'*Anesthésiologie – Conférences scientifiques* ainsi que le numéro suivant seront consacrés à l'examen de ce thème important. Par conséquent, veuillez garder ce numéro à portée de la main, étant donné que c'est la première partie d'un article en deux sections. Nous désirons remercier le D^r Hemmerling, un expert de renom dans le domaine du blocage neuromusculaire, qui est affilié au Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM), pour cet article important et d'actualité.

Aucune innovation n'a davantage contribué à réduire l'utilisation des bloqueurs neuromusculaires que le masque laryngé¹. L'insertion d'un masque laryngé est facile et ne nécessite qu'un faible blocage neuromusculaire (BNM), sinon aucun. Étant donné que le stimulus durant l'anesthésie est moindre avec un masque laryngé, le besoin de bloqueurs neuromusculaires est réduit ou nul, à moins qu'il soit nécessaire d'établir un BNM pour des raisons chirurgicales. Cependant, la nécessité d'un BNM n'est pas réduite lorsqu'une chirurgie moins invasive (p. ex, une chirurgie laparoscopique) est réalisée. Au contraire, les interventions laparoscopiques et thoracoscopiques nécessitent très souvent un degré plus élevé de BNM que les chirurgies ouvertes correspondantes. De plus, il existe de nombreux cas où l'insertion d'un tube endotrachéal est toujours nécessaire. Dans ces cas, le BNM demeure indiqué. Ainsi, bien que dans l'anesthésie moderne, la tendance favorise l'utilisation d'appareils moins invasifs pour le maintien des voies aériennes, le BNM demeure une partie essentielle de la pratique quotidienne. Un éditorial récent souligne que le monitoring neuromusculaire quantitatif au moyen de méthodes objectives devrait être obligatoire avec l'induction d'un BNM².

QUAND LES ANESTHÉSIOLOGISTES UTILISENT-ILS LES BLOQUEURS NEUROMUSCULAIRES ?

Pour assurer de bonnes conditions d'intubation endotrachéale

Bien que certaines études aient démontré que l'intubation sans l'aide de bloqueurs neuromusculaires soit possible³⁻⁵, ces techniques nécessitent une anesthésie profonde et les conditions d'intubation ne sont, malgré tout, pas aussi bonnes qu'avec un BNM complet.

Pour établir et maintenir de bonnes conditions chirurgicales

Bien que l'on définisse des conditions chirurgicales optimales comme un bon relâchement des muscles dans le champ opératoire ou des muscles qui influent sur les conditions opératoires (p. ex. le relâchement du diaphragme lorsqu'on effectue des interventions laparoscopiques), cette définition peut être subjective et arbitraire. Une récente étude a démontré que le BNM peut améliorer les conditions chirurgicales, dans la chirurgie abdominale par exemple^{7,8}. Le BNM peut parfois être réalisé en association avec une

**Comité de l'éducation
médicale continue**
Département d'anesthésiologie
Université de Montréal

Pierre Drolet, MD
Président et Éditeur
Hôpital Maisonneuve-Rosemont

Jean-François Hardy, MD
Directeur du département

François Donati, MD
Hôpital Maisonneuve-Rosemont

Edith Villeneuve, MD
Hôpital Ste-Justine

Robert Blain, MD
Institut de Cardiologie de Montréal

Normand Gravel, MD
CHUM

Robert Thivierge, MD
Vice-doyen
Formation Continue
Université de Montréal

**Université de Montréal
Département d'anesthésiologie
Faculté de médecine**

Université  de Montréal
Faculté de médecine
Département d'anesthésiologie

Le contenu rédactionnel d'*Anesthésiologie – Conférences scientifiques* est déterminé exclusivement par le Département d'anesthésiologie, Faculté de médecine, Université de Montréal.

**Ce numéro et le questionnaire d'EMC
sont disponibles sur le site Internet
www.anesthesiologieconferences.ca**

anesthésie plus légère. Un BNM profond peut éviter même le plus petit mouvement de la part du patient lorsque la précision est essentielle (p. ex. durant une neurochirurgie ou une chirurgie oculaire complexe).

Un degré sous-maximal de BNM facilite l'insertion d'un masque laryngé

L'insertion d'un masque laryngé peut parfois être facilitée avec l'administration d'un BNM sous-maximal⁹. Très souvent, lorsque l'on utilise un masque laryngé avec une ventilation en pression positive intermittente, un certain degré de BNM peut faciliter la ventilation mécanique et éviter la fuite d'air. Le BNM joue donc un rôle très important dans la pratique quotidienne de l'anesthésie et le monitoring neuromusculaire peut être très utile.

Le moment le plus important pour assurer un monitoring neuromusculaire est probablement à la fin de la chirurgie et de l'anesthésie, avant le réveil du patient. La plupart des anesthésiologistes utilisent au moins un stimulateur nerveux pour confirmer la récupération complète de la transmission neuromusculaire, une évaluation tactile ou visuelle, est alors employée, bien que ces méthodes soient limitées^{10,11}. Il est connu qu'un rapport de train de quatre (TOF) > 0,9 à l'adducteur du pouce est nécessaire pour obtenir une protection adéquate et suffisante des voies respiratoires après l'anesthésie, afin d'éviter l'atélectasie ou la pneumonie postopératoire^{12,13}.

L'absence de moniteur idéal a été l'une des principales raisons pour laquelle de nombreux anesthésiologistes ne recourent pas systématiquement à des méthodes objectives pour évaluer le BNM. Dans ce numéro, nous examinons les fondements du monitoring neuromusculaire et soulignons l'importance d'utiliser une méthode objective de paire avec un jugement clinique éclairé.

MONITORAGE NEUROMUSCULAIRE

Le monitoring neuromusculaire peut être subjectif ou objectif.

ÉVALUATION SUBJECTIVE

Une évaluation subjective consiste en une évaluation clinique du degré de relâchement fondé sur la capacité du patient à exécuter certaines tâches, ou en une évaluation tactile ou visuelle après une stimulation des nerfs moteurs (p. ex. le nerf facial ou le nerf ulnaire).

On ne peut pas avoir recours à l'évaluation clinique durant une anesthésie générale. On ne peut l'utiliser que pour évaluer le retour à la normale de la transmission neuromusculaire après le réveil du patient. Bien que certains tests recommandés soient assez fiables lorsque le patient est coopératif, tels que

les tests de la levée de la tête, ou de la jambe, ou de la force de préhension de la main pendant plus de 5 secondes¹⁴, ils sont généralement difficiles à effectuer. Ces tests dépendent du degré de conscience et de collaboration du patient après une anesthésie générale. Il existe donc de nombreuses situations où une évaluation clinique ne sera pas fiable. Cependant, lorsque le patient collabore de façon optimale, son incapacité à effectuer ces tests devrait amener le clinicien à soupçonner un BNM résiduel et à entreprendre d'autres tests objectifs.

L'évaluation tactile ou visuelle de la réponse musculaire évoquée est encore la méthode de monitoring neuromusculaire la plus largement employée. Elle est utilisée principalement au niveau de la main pour évaluer la réponse de l'adducteur du pouce, mais également au niveau des sourcils pour évaluer la réponse du muscle sourcilier. La question de savoir s'il existe une bonne concordance entre ces tests subjectifs et des méthodes plus objectives telles que l'accélérométrie, dépend de l'expérience de l'observateur¹⁵⁻¹⁷. Même si les évaluations tactiles ou visuelles sont des méthodes adéquates pour compter le nombre absolu de réponses à une stimulation par TOF, la distinction entre un rapport de TOF de 0,7, de 0,8 ou de 0,9 est difficile sinon impossible à effectuer. Bien que la stimulation dite « double burst (DBS) » (voir ci-dessous) puisse améliorer l'évaluation tactile ou visuelle, on doit comprendre que cette méthode de monitoring neuromusculaire ne peut être substituée à des méthodes objectives et ne permet pas de doser précisément les bloqueurs neuromusculaires.

MÉTHODES OBJECTIVES DE MONITORAGE

Électromyographie

L'électromyographie (EMG) est la méthode de monitoring neuromusculaire la plus ancienne¹⁸. Elle est fondée sur l'enregistrement du potentiel d'action après la stimulation d'un nerf moteur. Que l'on utilise l'amplitude intégrée ou de pic à pic pour déterminer la puissance du potentiel, cette méthode est utile pour un monitoring de routine¹⁹. En général, elle peut être utilisée et a été utilisée sur la plupart des sites musculaires d'intérêt, que ce soit pour fins de recherche ou de monitoring régulier. Les sites musculaires, comprenant le larynx²⁰⁻²³, le diaphragme²³⁻²⁵, l'adducteur du pouce^{26,27} et, avec des restrictions, les muscles oculaires (le muscle orbiculaire des paupières ou le muscle sourcilier)²⁸, sont tous décrits dans la littérature. Cependant, l'EMG des plus petits muscles est difficile en raison des faibles potentiels d'action observés. La concordance entre l'EMG et la mécanomyographie (MMG) est controversée et plusieurs études ont démontré que ces techniques ne sont pas interchangeables²⁹⁻³³. Des problèmes techniques peuvent être

FIGURE 1 : Installation du monitoring mécano-myographique. Le bras doit être placé dans un moule préformé, le pouce attaché à un transducteur de force avec une précharge adéquate. Les signaux sont enregistrés sur un ordinateur portable au moyen du logiciel Polyview (modèle Amplifier : 15 LT, Grass).



associés à l'EMG comprenant : la présence de biais avec le temps (le potentiel EMG ne retourne pas aux valeurs témoins), le potentiel d'action ne disparaît pas complètement même lorsque les muscles sont complètement relâchés, et l'interférence avec d'autres appareils électriques ou électroniques. Dans la plupart des centres de recherche, l'EMG est réservée au monitoring du diaphragme. On a constaté l'existence d'une bonne corrélation entre le monitoring EMG externe et une méthode qui évalue le BNM au niveau du diaphragme par la mesure manométrique de pression induite dans l'œsophage^{34,35} (qui est de toute évidence difficile et invasive). Les progrès réalisés avec cette technique comprennent le monitoring postérieur du diaphragme²⁴. Bien que des appareils de monitoring EMG soient commercialisés, (Datex Relaxograph® moniteur intégré à l'appareil d'anesthésie Datex Ohmeda) leur incapacité à produire des résultats fiables, utilisables de façon interchangeable avec ceux de la méchanomyographie limite leur utilisation comme moniteurs de routine.

Mécanomyographie (MMG)

Si le monitoring neuromusculaire doit refléter le degré de relâchement d'un muscle donné, la mesure de la force de ce muscle devrait être la meilleure méthode pour surveiller le BNM. De toutes les méthodes de monitoring, la MMG nécessite les préparations et les précautions les plus rigoureuses. Idéalement, le muscle doit être immobilisé dans un moule spécial pour empêcher un changement de position. De plus, l'application d'une précharge constante est recom-

mandée. La précharge donnée dépendra du site et de la taille du muscle (figure 1). L'appareil commercialisé le plus connu pour la MMG clinique de routine est le Myograph 2000® (Biometer International, Danemark) pour mesurer l'adduction du pouce. Cependant, la MMG n'est pas sans problèmes :

- La calibration peut être un problème.
- L'amplitude de la réponse ne retourne pas toujours à la valeur témoin.
- Un léger détachement de la main du moniteur peut modifier l'amplitude du signal évoqué.
- Les appareils sont encombrants et difficiles à installer.
- Un contrôle méticuleux du positionnement de la main est nécessaire.
- Seule la réponse de l'adducteur du pouce peut être mesurée.

Il existe d'autres méthodes inspirées de la MMG, telle que la mesure de pression du ballonnet pour le monitoring des muscles du larynx³⁶ ou du muscle sourcilier³⁷. Ces méthodes évaluent indirectement la force produite par la contraction de ces muscles (le changement de la pression exercée sur un ballonnet comprimé par le mouvement du pouce ou la contraction du muscle sourcilier). Ces méthodes ne sont pas, non plus, faciles à appliquer et sont principalement réservées à la recherche comme méthodes de référence pour la validation d'autres techniques.

Accélérométrie ou accéléromyographie (AMG)

L'accélérométrie mesure l'accélération d'un organe cible donné (p. ex. le pouce) lorsqu'il est mû par l'adducteur du pouce. Elle est corrélée à la force réelle en utilisant la formule : force = masse × accélération. Les appareils d'AMG commercialisés incluent le TOF-watch® et le TOF-watch SX® (la société Philips, É-U). Ils sont faciles à utiliser, peuvent être connectés à des appareils de traitement des données et ne sont pas très coûteux. Leur concordance avec la MMG a été testée et les résultats sont généralement bons lorsque les appareils sont réglés avec précision^{38,39}. Cependant, l'utilisation de l'AMG pour des muscles autres que l'adducteur du pouce est limitée et n'est pas possible pour le larynx et le diaphragme. De plus, cette technique ne peut être utilisée qu'avec difficulté aux sites musculaires qui ne créent pas un mouvement distinct, comme le mouvement produit par la contraction de l'adducteur du pouce. Récemment, on a démontré que son utilisation pour les muscles oculaires (p. ex. le muscle sourcilier) est également limitée, en particulier pour détecter le degré maximal de BNM⁴⁰. En général, la précision de l'AMG diminue lorsque le mouvement (ou l'accélération) est moindre au niveau d'un organe cible donné. La précision du mouvement mesuré au sourcil (muscle orbiculaire des paupières ou muscle

FIGURE 2 : Moniteur de type mechanosensor NMT : un appareil en plastique flexible est attaché au le pouce pour simuler une précharge de type MMG. L'enregistrement est sous forme de colonnes et de pourcentages de l'amplitude témoin.



sourcilier) peut également être influencée par la masse de la sonde de l'accélérateur elle-même. Jusqu'à présent, aucune étude n'a testé l'influence de la masse de la sonde de l'accéléromètre sur les résultats. Malgré ces lacunes, l'AMG est le moniteur le plus précis et fiable sur le marché pour mesurer objectivement le BNM durant les interventions cliniques habituelles.

Kinémyographie

Récemment, on a commercialisé un moniteur, qui est intégré à l'appareil d'anesthésie Datex Ohmeda. Il vise à évaluer le BNM en mesurant le mouvement du pouce (figure 2). Il a recours à un transducteur piézoélectrique et comprend un appareil en plastique moulé qui s'adapte à la main. Il peut être utilisé uniquement pour surveiller la réponse de l'adducteur du pouce. Il est intéressant de noter que la méthode sur laquelle cet appareil est fondé n'a pas été bien documentée. De plus, aucune étude importante n'a été publiée avant qu'il soit commercialisé. Initialement, le site web de la société ne faisait mention que d'une étude de petite envergure qui décrivait l'appareil et son utilisation chez quelques patients. Récemment, des études au devis plus classique, effectuées dans plusieurs centres ont démontré que les résultats obtenus avec cet appareil concordent raisonnablement bien avec ceux de la MMG en ce qui concerne les rapports de TOF. En revanche, d'autres indices pharmacodynamiques ne sont pas corrélés de façon satisfaisante à la MMG⁴¹. Bien que le moniteur de kinémyographie Mechanosensor NMT soit commode, sa précision n'est pas supérieure à celle des moniteurs d'AMG disponibles et un position-

FIGURE 3 : Un petit microphone piézoélectrique est attaché avec un ruban adhésif sur la peau recouvrant le muscle sourcilier. La stimulation nerveuse est effectuée généralement au moyen d'électrodes en Ag/AgCl.



nement précis de la main est nécessaire pour éviter les artefacts et les informations qui pourraient être trompeuses, en particulier pendant la période de récupération⁴².

Phonomyographie (PMG)

Cette méthode a été élaborée au sein du département de l'auteur, à l'Université de Montréal et est fondée sur le fait que lorsque les muscles se contractent, ils émettent des ondes acoustiques à basses fréquences (bruits musculaires), qui peuvent être détectées par des microphones spéciaux. Initialement, on utilisait des microphones encombrants externes et une étude montre une très bonne concordance avec la MMG⁴³. Cependant, les auteurs d'une autre étude n'ont pas observé cette concordance⁴⁴. Depuis ces études, de nombreux tests ont été réalisés dans notre laboratoire. Nous avons constaté que les limitations des microphones externes, en particulier leur incapacité à détecter les fréquences de 2 Hz, pourraient expliquer ces résultats contradictoires. Nous avons démontré que la fréquence maximale d'un signal typique atteint 4-5 Hz et que la puissance maximale se situe dans un spectre d'une fréquence allant jusqu'à 50 Hz. Nous avons donc utilisé des microphones piézoélectriques qui peuvent détecter des fréquences aussi faibles que 2 Hz et peuvent être appliqués facilement en utilisant un simple ruban adhésif (figure 3). Nous avons démontré une bonne à très bonne concordance avec la MMG ou les méthodes du type MMG pour les muscles adducteurs laryngés⁴⁵, le muscle sourcilier³⁷ et l'adducteur du pouce⁴⁶. En

fait, au niveau du muscle sourcilier, la PMG était supérieure à l'AMG pour détecter l'effet maximal⁴⁰. La vulnérabilité de la PMG face à l'influence des artéfacts n'est pas très différente de celle de la MMG (influence de l'électrocautérisation), ni sa tendance à entraîner des biais avec le temps. La PMG offre l'avantage de pouvoir être utilisée pour chaque site musculaire d'intérêt et d'être une méthode non invasive et facile à appliquer. L'une des difficultés est d'attacher solidement le microphone avec un ruban adhésif. Des précautions doivent être prises pour qu'il ne se détache pas pendant les mesures, étant donné que des changements dans la surface de contact ou la pression entre le microphone et la peau ou le muscle influenceront probablement l'amplitude du signal (cela est important pour le mode de stimulation simple). Généralement, la main est simplement attachée à un support de bras, alors que le microphone est attaché à l'éminence thenar (pour le monitoring de l'adducteur du pouce) ou sur le dos de la main pour le monitoring du premier muscle interosseux. Nous mettons au point actuellement un prototype fondé sur cette méthode et faisons l'essai de microphones auto-adhésifs pour améliorer la facilité d'utilisation et augmenter la stabilité.

Dans le prochain numéro (seconde partie) nous nous attarderons particulièrement aux modes de stimulation et aux sites de monitoring.

Remerciements : Je remercie Guillaume Trager et Stéphane Deschamps pour l'aide qu'ils ont apportée dans la préparation des figures.

References

- Brain AI. The laryngeal mask airway – a possible new solution to airway problems in the emergency situation. *Arch Emerg Med* 1984;1(4):229-32.
- Eriksson LI. Evidence-based practice and neuromuscular monitoring: it's time for routine quantitative assessment. *Anesthesiology* 2003;98(5):1037-9.
- Erhan E, Ugur G, Gunusen I, Alper I, Ozyar B. Propofol – not thiopental or etomidate – with remifentanyl provides adequate intubating conditions in the absence of neuromuscular blockade. *Can J Anaesth* 2003;50(2):108-15.
- Klemola UM, Mennander S, Saarnivaara L. Tracheal intubation without the use of muscle relaxants: remifentanyl or alfentanil in combination with propofol. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000 ;44(4):465-9.
- Stevens JB, Wheatley L. Tracheal intubation in ambulatory surgery patients: using remifentanyl and propofol without muscle relaxants. *Anesth Analg* 1998;86(1):45-9.
- Lieutaud T, Billard V, Khalaf H, Debaene B. Muscle relaxation and increasing doses of propofol improve intubating conditions. *Can J Anaesth* 2003;50(2):121-6.
- Williams MT, Rice I, Ewen SP, Elliott SM. A comparison of the effect of two anaesthetic techniques on surgical conditions during gynaecological laparoscopy. *Anaesthesia* 2003; 58(6): 574-8.
- King M, Sujirattanawimol N, Danielson DR, Hall BA, Schroeder DR, Warner DO. Requirements for muscle relaxants during radical retropubic prostatectomy. *Anesthesiology* 2000;93(6):1392-7.
- Naguib M, Samarkandi AH. The use of low-dose rocuronium to facilitate laryngeal mask airway insertion. *Middle East J Anaesthesiol* 2001;16(1):41-54.
- Fruergaard K, Viby-Mogensen J, Berg H, el-Mahdy AM. Tactile evaluation of the response to double burst stimulation decreases, but does not eliminate, the problem of postoperative residual paralysis. *Acta Anaesthesiol Scand* 1998; 42(10):1168-74.
- Shorten GD, Merk H, Sieber T. Perioperative train-of-four monitoring and residual curarization. *Can J Anaesth* 1995; 42(8):711-5.
- Eriksson LI, Sundman E, Olsson R, et al. Functional assessment of the pharynx at rest and during swallowing in partially paralyzed humans: simultaneous videomanometry and mechanomyography of awake human volunteers. *Anesthesiology* 1997;87(5):1035-43.
- Berg H, Roed J, Viby-Mogensen J, Mortensen CR, Engbaek J, Skovgaard LT, Krintel JJ. Residual neuromuscular block is a risk factor for postoperative pulmonary complications. A prospective, randomised, and blinded study of postoperative pulmonary complications after atracurium, vecuronium and pancuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997; 41(9):1095-1103.
- Viby-Mogensen J. Postoperative residual curarization and evidence-based anaesthesia. *Br J Anaesth* 2000;84(3):301-3.
- Pedersen T, Viby-Mogensen J, Bang U, Olsen NV, Jensen E, Engboek J. Does perioperative tactile evaluation of the train-of-four response influence the frequency of postoperative residual neuromuscular blockade? *Anesthesiology* 1990;73(5):835-9.
- Viby-Mogensen J, Jensen NH, Engbaek J, Ording H, Skovgaard LT, Chraemmer-Jorgensen B. Tactile and visual evaluation of the response to train-of-four nerve stimulation. *Anesthesiology* 1985;63(4):440-3.
- Saddler JM, Bevan JC, Donati F, Bevan DR, Pinto SR. Comparison of double-burst and train-of-four stimulation to assess neuromuscular blockade in children. *Anesthesiology* 1990;73(3):401-3.
- Churchill-Davidson HC, Christie TH. The diagnosis of neuromuscular block in man. *Br J Anaesth* 1959;31: 290-301.
- Engbaek J, Skovgaard LT, Friis B, Kann T, Viby-Mogensen J. Monitoring of the neuromuscular transmission by electromyography (I). Stability and temperature dependence of evoked EMG response compared to mechanical twitch recordings in the cat. *Acta Anaesthesiol Scand* 1992;36(6): 495-504.
- Hemmerling TM, Schmidt J, Wolf T, Klein P, Jacobi K. Comparison of succinylcholine with two doses of rocuronium using a new method of monitoring neuromuscular block at the laryngeal muscles by surface laryngeal electromyography. *Br J Anaesth* 2000;85(2):251-5.
- Hemmerling TM, Schmidt J, Wolf T, Wolf SR, Jacobi KE. Surface vs intramuscular laryngeal electromyography. *Can J Anaesth* 2000 Sep;47(9):860-5.
- Hemmerling TM, Schurr C, Walter S, Dern S, Schmidt J, Braun GG. A new method of monitoring the effect of muscle relaxants on laryngeal muscles using surface laryngeal electromyography. *Anesth Analg* 2000;90(2):494-7.
- Dhonneur G, Kirov K, Slavov V, Duvaldestin P. Effects of an intubating dose of succinylcholine and rocuronium on the larynx and diaphragm: an electromyographic study in humans. *Anesthesiology* 1999;90(4):951-5.
- Hemmerling TM, Schmidt J, Hanusa C, Wolf T, Jacobi KE. The lumbar paravertebral region provides a novel site to assess neuromuscular block at the diaphragm. *Can J Anaesth* 2001;48(4): 356-60.

25. Hemmerling TM, Schmidt J, Wolf T, Hanusa C, Siebzehnuebl E, Schmitt H. Intramuscular versus surface electromyography of the diaphragm for determining neuromuscular blockade. *Anesth Analg* 2001;92(1):106-11.
26. Harper NJ, Bradshaw EG, Healy TE. Evoked electromyographic and mechanical responses of the adductor pollicis compared during the onset of neuromuscular blockade by atracurium or alcuronium, and during antagonism by neostigmine. *Br J Anaesth* 1986;58(11):1278-84.
27. Pugh ND, Kay B, Healy TE. Electromyography in anaesthesia. A comparison between two methods. *Anaesthesia* 1984;39(6):574-7.
28. Donati F, Meistelman C, Plaud B. Vecuronium neuromuscular blockade at the diaphragm, the orbicularis oculi, and adductor pollicis muscles. *Anesthesiology* 1990;73(5):870-5.
29. Mellinghoff H, Diefenbach C, Arhelger S, Buzello W. [Mechanomyography and electromyography – 2 competing methods of relaxometry using vecuronium.] *Anasth Intensivther Notfallmed* 1989;24(1):57-9.
30. Nakata Y, Goto T, Saito H, Ichinose F, Uezono S, Suwa K, Morita S. Comparison of acceleromyography and electromyography in vecuronium-induced neuromuscular blockade with xenon or sevoflurane anesthesia. *J Clin Anesth* 1998;10(3):200-3.
31. Tammisto T, Wirtavuori K, Linko K. Assessment of neuromuscular block: comparison of three clinical methods and evoked electromyography. *Eur J Anaesthesiol* 1988;5(1):1-8.
32. Hofmockel VR, Benad G, Pohl B, Brahmstedt R. [Measuring muscle relaxation with mivacurium in comparison with mechano- and electromyography] *Anaesthesiol Reanim* 1998;23(3):72-80.
33. Engbaek J, Roed J, Hangaard N, Viby-Mogensen J. The agreement between adductor pollicis mechanomyogram and first dorsal interosseous electromyogram. A pharmacodynamic study of rocuronium and vecuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 1994;38(8):869-78.
34. Pansard JL, Chauvin M, Lebrault C, Gauneau P, Duvaldestin P. Effect of an intubating dose of succinylcholine and atracurium on the diaphragm and the adductor pollicis muscle in humans. *Anesthesiology* 1987;67(3):326-30.
35. Chauvin M, Lebrault C, Duvaldestin P. The neuromuscular blocking effect of vecuronium on the human diaphragm. *Anesth Analg* 1987;66(2):117-22.
36. Donati F, Plaud B, Meistelman C. A method to measure elicited contraction of laryngeal adductor muscles during anesthesia. *Anesthesiology* 1991;74(5):827-32.
37. Hemmerling TM, Michaud G, Babin D, Trager G, Donati F. Comparison of phonomyography with balloon pressure mechano-myography to measure contractile force at the corrugator supercilii muscle: [Comparaison de la phonomyographie et de la mecanomyographie avec ballonnet sous pression pour mesurer la force contractile du muscle sourcilier]. *Can J Anaesth* 2004;51(2):116-21.
38. Kirkegaard-Nielsen H, Helbo-Hansen HS, Lindholm P, Pedersen HS, Severinsen IK, Schmidt MB. New equipment for neuromuscular transmission monitoring: a comparison of the TOF-Guard with the Myograph 2000. *J Clin Monit Comput* 1998;14(1):19-27.
39. Dahaba AA, Rehak PH, List WF. Assessment of acceleromyography with the TOF-GUARD: a comparison with electromyography. *Eur J Anaesthesiol* 1997;14(6):623-9.
40. Hemmerling TM, Donati F, Beaulieu P, Babin D. Phonomyography of the corrugator supercilii muscle: signal characteristics, best recording site and comparison with acceleromyography. *Br J Anaesth* 2002;88(3):389-93.
41. Motamed C, Kirov K, Combes X, Duvaldestin P. Comparison between the Datex-Ohmeda M-NMT module and a force-displacement transducer for monitoring neuromuscular blockade. *Eur J Anaesthesiol* 2003;20(6):467-9.
42. Hemmerling TM, Donati F. The M-NMT mechanosensor cannot be considered as a reliable clinical neuromuscular monitor in daily anesthesia practice. *Anesth Analg* 2002;95(6):1826-7.
43. Dascalu A, Geller E, Moalem Y, Manoah M, Enav S, Rudick Z. Acoustic monitoring of intraoperative neuromuscular block. *Br J Anaesth* 1999;83(3):405-9.
44. Bellemare F, Couture J, Donati F, Plaud B. Temporal relation between acoustic and force responses at the adductor pollicis during nondepolarizing neuromuscular block. *Anesthesiology* 2000;93(3):646-52.
45. Hemmerling TM, Babin D, Donati F. Phonomyography as a novel method to determine neuromuscular blockade at the laryngeal adductor muscles: comparison with the cuff pressure method. *Anesthesiology* 2003;98(2):359-63.
46. Hemmerling TM, Michaud G, Trager G, Deschamps S, Babin D, Donati F. Phonomyography and mechanomyography can be used interchangeably to measure neuromuscular block at the adductor pollicis muscle. *Anesth Analg* 2004;98(2):377-81.

Réunions scientifiques

20 au 23 mai 2004

**California Society of Anesthesiologists /
University of California-San Diego Annual Meeting
and Anesthesiology Review Course**

San Diego, Californie

Renseignements: Cammie Pisani, California Society of Anesthesiologists

Tél: 650 345-3020

Fax: 650 345-3269

Courriel: cpisani@calsocanes.com

Site web: www.csaqh.org

29 au 31 mai 2004

45th Annual McGill Anesthesia Update

Montréal, Québec

Renseignements: Kelly Ann McCulloch-Glover

Tél: 514 934-1934, #44173

Fax: 514 934-1779

Courriel: kelly.glover@muhc.mcgill.ca

Site web: www.mcgill.ca/mgh_pgb

Les avis de changement d'adresse et les demandes d'abonnement *Anesthésiologie – Conférences Scientifiques* doivent être envoyés par la poste à l'adresse B.P. 310, Station H, Montréal (Québec) H3G 2K8 ou par fax au (514) 932-5114 ou par courrier électronique à l'adresse info@snellmedical.com. Veuillez vous référer au bulletin *Anesthésiologie – Conférences Scientifiques* dans votre correspondance. Les envois non distribuables doivent être envoyés à l'adresse ci-dessus. Poste-publications #40032303

L'élaboration de cette publication a bénéficié d'une subvention à l'éducation de

Organon Canada Limitée

©2004 Département d'anesthésiologie, Faculté de médecine, Université de Montréal seul responsable de cette publication. Édition SNELL Communication Médicale Inc. avec la collaboration du Département d'anesthésiologie, Faculté de médecine, Université de Montréal. Tous droits réservés. Tout recours à un traitement thérapeutique décrit ou mentionné dans *Anesthésiologie – Conférences scientifiques* doit être conforme aux renseignements d'ordonnance au Canada. SNELL Communication Médicale Inc. se consacre à l'avancement de la formation médicale continue de niveau supérieur.