Yesterday's luxury – today's necessity: end-tidal CO₂ monitoring during conscious sedation

Matt M. Kurrek, MD · Richard Merchant, MD

Received: 23 February 2012 / Accepted: 8 May 2012 / Published online: 19 May 2012
© Canadian Anesthesiologists' Society 2012

The *Canadian Journal of Anesthesia* recently published the Canadian Anesthesiologists' Society (CAS) "Guidelines to the Practice of Anesthesia – Revised Edition 2012" (hereafter referred to as the *2012 Guidelines*),¹ which included an important amendment in the section regarding required monitors – CO₂ monitoring (capnography) during conscious sedation. While a few practitioners may have been fortunate to use this valuable monitor for deeper levels of sedation during monitored anesthesia care, most others probably have not (or have chosen not to use it). As the practice of CO₂ monitoring is now expected to change, at least for anesthesiologists, some practitioners may question the rationale for implementing this amendment.

Originally introduced in 1975, the CAS Guidelines are reviewed annually by the CAS Standards Committee, and changes are advanced for approval by the Board of Directors of the CAS. Many factors are considered when changes to the CAS Guidelines are contemplated, including a review of the relevant peer-reviewed literature and pertinent practice guidelines in other jurisdictions, especially those in North America. A lengthy discussion amongst the members of the Standards Committee often forms a necessary part of this decision-making process, referred to as "expert consensus". While the value of rigorous "evidence-based guidelines" is recognized, the costs to develop such formal documents are considered beyond the reach of

the CAS. In perspective, the American Society of Anesthesiologists (ASA) estimates the costs to create evidence-based guidelines to be in the order of approximately \$2.5 million per document (Dr. J. Apfelbaum, personal communication), which is roughly equal to the entire annual budget of the CAS.²

Over the past few years, there have been a number of small modifications to the body of the CAS Guidelines as well as the addition of two appendices (i.e., two position papers, one on anesthesia assistants and another on sedation). The *2012 Guidelines* include an important addition to the section that defines "Patient Monitoring" standards. Monitoring equipment is classified as "Required...must be in continuous use throughout the administration of all anesthetics" or "Exclusively available", or "Immediately available". The new classification stipulates that "Capnography for general anesthesia and sedation (RSS 4-6)" is "required" monitoring. The modified Ramsey sedation scale (RSS) is outlined in Appendix 6 of the *2012 Guidelines*, "Position Paper on Procedural Sedation". According to the RSS, a patient who no longer "responds to commands only" (patient does not make eye contact or respond to commands) is deemed to require capnography. The 2011 Guidelines specified that capnography was required only "when endotracheal tubes or laryngeal masks are inserted". This new requirement for capnography in sedated patients (RSS 4-6) also applies to patients whose airway has not been instrumented.

Capnography has been routine monitoring in the operating room (OR) for more than twenty years, but, surprisingly, its use is still uncommon in most other areas (emergency room, intensive care unit, postanesthesia care unit, cardiac arrest carts, and out-of-OR sedation suites). Over the past ten to 15 years, there has been a steady increase in the number of investigators studying the role of

M. M. Kurrek, MD (✉)
Department of Anesthesia, University of Toronto, 150 College
Street, Room 121, Fitzgerald Building, Toronto,
ON M5S 3E2, Canada
e-mail: m.kurrek@utoronto.ca

R. Merchant, MD
Department of Anesthesia, University of British Columbia,
Vancouver, BC, Canada

capnography in preventing adverse respiratory events. They have observed the difficulty in assessing ventilation without a CO₂ tracing, with clinicians relying on pulse oximetry as a surrogate measure (often in dark rooms and remote from the patient). With supplemental oxygen administration, both the sensitivity and the response time to detect respiratory depression are limited.³

There are several well-designed studies that specifically examine the ability of capnography to detect adverse respiratory events during sedation. Vargo *et al.* studied patients undergoing endoscopic procedures with intravenous sedation, and they found that 57% of the patients experienced adverse respiratory events (defined as apnea lasting > 30 sec or at least 30 sec in any 45-sec period) detected by capnography, while pulse oximetry detected only 50% of these events (with a mean delay time of 45 sec), and visual observation alone detected none.⁴ In a pediatric endoscopy study, Lightdale *et al.* observed that the incidence of hypoxia (defined as oximetry reading < 95% for > 5 sec) in an intervention arm occurred less than half as frequently (11% vs 24% of cases) where clinical staff were signalled when capnography indicated alveolar hypoventilation for > 15 sec.⁵ Qadeer *et al.* investigated the use of capnography with adult patients undergoing elective endoscopic retrograde cholangiopancreatography and endoscopic ultrasonography (EUS) under procedural sedation. They showed a significantly reduced rate of hypoxia (46% vs 69%), defined as an oximetry reading < 90% for 15 sec, and a reduced rate of severe hypoxia (15% vs 31%), defined as an oximetry reading = 85% regardless of duration.⁶ While the level of sedation in the latter study was not quantified, the amounts of medication (meperidine 25–75 mg *iv* or fentanyl 25–75 µg *iv* with midazolam 2 mg *iv* plus additional doses as required) seemed to be compatible with targeting at least moderate sedation. In another randomized controlled trial, Deitch *et al.*⁷ evaluated the use of capnography during sedation in the emergency room using fentanyl or morphine plus propofol and achieving a median score of 4 on the RSS. In the unblinded capnography group, the investigator showed a significantly decreased incidence of hypoxia (25% vs 42%), with hypoxia defined as oximetry < 93% for ≥ 15 sec, and all cases of hypoxia were identified through capnography before onset (median time was 60 sec from detection of capnographic evidence of respiratory depression to hypoxia).

In response to the mounting evidence to support the role of capnography in decreasing hypoxia during sedation, the ASA amended its standards for basic monitoring in October 2010 to include capnographic assessment of ventilation during moderate and deep sedation. The amendment reads, “During moderate or deep sedation the adequacy of ventilation shall be evaluated by continual observation of

qualitative clinical signs and monitoring for the presence of exhaled carbon dioxide unless precluded or invalidated by the nature of the patient, procedure, or equipment.”⁸ The inclusion of moderate sedation was consistent with the concept of sedation being a continuum and the fact that up to 68% of patients designated to undergo moderate sedation may, at least temporarily, enter a state of deep sedation.⁹ Deep sedation is defined as a “drug-induced depression of consciousness during which patients cannot be easily aroused but respond purposefully following repeated or painful stimulation. The ability to independently maintain ventilatory function may be impaired. Patients may require assistance in maintaining a patent airway, and spontaneous ventilation may be inadequate.”¹⁰ This ASA amendment is mirrored by the Association of Anaesthetists of Great Britain & Ireland in their May 2011 Safety Statement.¹¹

The CAS Standards Committee discussed this issue at length, and after a period of reflection, they decided to adopt a similar approach; however, the Committee used the Ramsey scale as a measure of sedation and defined the “cut off” point (i.e., point to begin capnography) as a Ramsey sedation score of between 3 and 4 (see above). Accordingly, capnographic monitoring must be used when sedated patients require either a “loud auditory stimulus” or “physical stimulation” to elicit a “brisk response”. As with any new guideline, a transition period is expected to facilitate adoption and implementation of new directives. The Canadian Medical Protective Association has reminded its members that the courts acknowledge a possible lag between the time a clinical practice guideline (CPG) is published and the time it is accepted into clinical practice as well as the importance of the common practices of the medical community at the time the care was provided. Nevertheless, if physicians are deviating from an established CPG, they should document the rationale for the difference in approach as well as any discussions with the patient about such variance. Such steps may assist in defending the care should it come into question in the future.¹²

What have we learned from past studies that we can apply in the future regarding CO₂ monitoring? Just as for pulse oximetry, it is unlikely that there will be a study that clearly confirms that capnography for sedation saves lives. Mortality during procedural sedation (fortunately) is simply so low that it would require an impossibly large sample size to generate an adequately powered study. However, the apparent benefit from alerting the practitioner of hypoventilation and impending adverse respiratory events and hypoxia is clear. We do need to heed the following reminders: 1) the incidence of hypoxia (even in the studies using capnography) remains clinically significant; and 2) the use of capnography should not generate a false sense of

security and lead to more liberal use of (unnecessarily) deeper levels of sedation. This would negate the possible advantage afforded through its implementation. For example, in the famous Munich taxi cab experiment, taxi drivers began to drive faster after the installation of anti-lock braking systems, and contrary to what was intended, this led to a higher accident rate.¹³

There is now emerging interest in introducing capnography into other areas of clinical care, including postoperative recovery areas (where many patients are currently cared for in a state of sedation – often without capnography),¹⁴ the intensive care unit, during cardiopulmonary resuscitation,¹⁵ and even for patients who receive large doses of opioids (e.g., via patient-controlled intravenous analgesia or neuraxial administration).¹⁶ How rapidly capnography, or other smart technologies, will be accepted into clinical practice in these areas remains to be seen. Nevertheless, sedation providers should accept that capnography, thus far considered an optional “luxury”, is today's new “must-have” when providing deeper levels of sedation. The early visual and auditory alarm signals of capnography will facilitate early warning when a patient under deeper levels of monitored sedation is at risk of respiratory distress.

Un luxe hier, une nécessité aujourd'hui: la surveillance du CO₂ téléexpiratoire au cours de la sédation consciente

Le *Journal canadien d'anesthésie* a récemment publié les « Directives pour la pratique de l'anesthésie - Édition 2012 révisée » de la Société canadienne des anesthésiologistes (SCA) (les « *Directives 2012* »),¹ qui incluait un amendement important concernant les moniteurs nécessaires: le monitoring du CO₂ (capnographie) pendant la sédation consciente. Alors qu'un petit nombre de praticiens peut avoir eu la chance d'utiliser ce moniteur utile pour la surveillance d'une sédation profonde, la plupart des autres n'en ont probablement pas eu l'occasion (ou ont choisi de ne pas s'en servir). Dans la mesure où l'on peut s'attendre à voir changer la pratique du monitoring du CO₂, au moins pour ce qui concerne les anesthésiologistes, certains praticiens pourront se demander ce qui justifie la mise en œuvre de cet amendement.

Présentées pour la première fois en 1975, les Directives de la SCA sont révisées chaque année par le Comité des normes de la SCA et les modifications sont soumises pour approbation au Conseil d'administration de la Société. De

nombreux facteurs sont pris en compte lorsqu'il est envisagé d'apporter des modifications aux Directives de la SCA, y compris une analyse des articles pertinents publiés dans les revues à comité de lecture et des directives professionnelles pertinentes d'autres régions, tout particulièrement en Amérique du Nord. Une discussion approfondie entre les différents membres du Comité des normes constitue souvent un élément nécessaire au processus de prise de décision, sous la qualification de « consensus d'experts ». Bien que la valeur de directives rigoureuses « reposant sur des données probantes » soit reconnue, le coût de l'élaboration de tels documents officiels est jugé au-delà des capacités de la SCA. Pour remettre cet aspect en perspective, la Société américaine des anesthésiologistes (ASA) estime que le coût de la création de directives reposant sur des données probantes est de l'ordre de 2,5 millions de dollars par document (Dr. J. Apfelbaum, communication personnelle), ce qui représente à peu près la totalité du budget annuel de la SCA.²

Il y a eu au cours de ces dernières années un certain nombre de petites modifications au corpus des Directives de la SCA ainsi que l'ajout de deux annexes (et deux déclarations de principe, l'une sur les assistants en anesthésiologie et l'autre sur la sédation). Les *Directives 2012* comprennent un ajout important à la section qui définit les normes de « monitoring des patients ». Le matériel de monitoring est classé en « Requis... doit être utilisé sans interruption pendant toute la durée de l'administration de toute anesthésie » ou « Accessible en exclusivité », ou « Immédiatement disponible ». La nouvelle classification stipule que la « capnographie pour l'anesthésie générale et la sédation (RSS 4-6) » est une surveillance « requise ». L'échelle de sédation modifiée de Ramsey (RSS) est décrite dans l'Annexe 6 des *Directives 2012*, « Exposé de principe sur la sédation consciente ». Selon la RSS, un patient qui ne « répond plus aux ordres simples » (le patient ne fait aucun contact visuel ni ne répond aux ordres) est jugé comme nécessitant une capnographie. Les Directives 2011 précisaient que la capnographie était requise uniquement « lorsque des sondes endotrachéales ou des masques laryngés étaient insérés ». Cette nouvelle exigence concernant la capnographie chez des patients sous sédation (RSS 4-6) s'applique également aux patients dont les voies aériennes n'ont pas été instrumentées.

La capnographie est régulièrement utilisée en salle d'opération depuis plus de vingt ans, mais étonnamment, son utilisation reste rare dans la plupart des autres services (salle d'urgence, unité de soins intensifs, salle de réveil, chariots d'arrêt cardiaque, et salles de sédation hors des blocs opératoires). Au cours des 10 à 15 dernières années, le nombre d'investigateurs étudiant le rôle de la capnographie dans la prévention des événements indésirables respiratoires a augmenté régulièrement. Ces investigateurs ont observé la

difficulté d'évaluer la ventilation sans disposer d'un tracé de CO₂, tandis que les cliniciens se fient à une oxymétrie de pouls comme mesure de substitution (souvent dans des pièces sombres et à distance du patient). Avec une administration supplémentaire en oxygène, la sensibilité et le temps de réponse pour la détection d'une dépression respiratoire sont tous deux limités.³

Il existe plusieurs études bien conçues qui étudient spécifiquement la capacité de la capnographie à détecter des événements indésirables respiratoires au cours de la sédation. Vargo *et coll.* ont étudié des patients subissant des interventions endoscopiques avec sédation intraveineuse; ils ont constaté que 57 % des patients présentaient des événements indésirables respiratoires (apnée durant > 30 s ou au moins 30 s dans n'importe quelle période de 45 secondes) détectés par la capnographie, alors que l'oxymétrie de pouls ne détectait que 50 % de ces événements (avec un retard moyen de 45 secondes) et que l'observation visuelle seule n'en détectait aucun.⁴ Au cours d'une étude sur les endoscopies chez les enfants, Lightdale *et coll.* ont observé que l'incidence de l'hypoxie (définie par une oxymétrie < 95 % pendant > 5 s) dans le bras d'intervention de l'étude est survenu moitié moins souvent (11 % contre 24 % des cas) quand le personnel clinique était averti que la capnographie indiquait une hypoventilation alvéolaire pendant > 15 s.⁵ Qadeer *et coll.* ont étudié le recours à la capnographie chez des patients adultes subissant une cholangiopancréatographie endoscopique rétrograde programmée avec échographie endoscopique (EUS) sous sédation. Ils ont montré une baisse significative de l'incidence d'hypoxie (46 % contre 69 %) définie par une mesure d'oxymétrie < 90 % pendant 15 s et une diminution du pourcentage d'hypoxies sévères (15 % contre 31 %) définies par une mesure d'oxymétrie égale à 85 %, quelle qu'en soit la durée.⁶ Alors que le niveau de sédation dans ce dernier groupe n'a pas été quantifié, les quantités de médicaments (mépéridine 25-75 mg IV, fentanyl 25-75 µg IV avec midazolam 2 mg IV plus des doses supplémentaires si nécessaire) ont semblé correspondre à un objectif minimum de sédation modérée. Dans une autre étude randomisée contrôlée, Deitch *et coll.*⁷ ont évalué l'utilisation de la capnographie au cours de la sédation en salle d'urgence au moyen de fentanyl ou de morphine plus propofol et l'obtention d'un score médian de 4 sur l'échelle RSS. Dans le groupe ouvert de capnographie, l'investigateur a montré une baisse significative de l'incidence d'hypoxie (25 % contre 42 %), l'hypoxie étant définie par une oxymétrie < 93 % pendant ≥ 15 s; tous les cas d'hypoxie ont été identifiés par capnographie avant leur apparition (délai médian de 60 secondes entre la détection des signes capnographiques de dépression respiratoire et l'hypoxie).

En réponse au nombre croissant de données probantes en faveur du rôle de la capnographie pour faire baisser les

épisodes d'hypoxie au cours de la sédation, l'ASA a amendé ses normes de surveillance de base en octobre 2010 pour y inclure l'évaluation de la ventilation par capnographie au cours de la sédation modérée à profonde. Cet amendement stipule qu'au « cours de la sédation modérée à profonde, le caractère adéquat de la ventilation sera évalué par une observation continue des signes cliniques qualitatifs et par la surveillance du dioxyde de carbone expiré, sauf si cela est rendu impossible ou non valide par la nature du patient, de l'intervention ou du matériel. »⁸ L'inclusion d'une sédation modérée a été conforme au concept de la sédation en tant que continuum et au fait que jusqu'à 68 % des patients prévus pour subir une sédation modérée peuvent, au moins temporairement, passer à un état de sédation profonde.⁹ Une sédation profonde est définie comme étant une « dépression pharmacologiquement induite de la conscience au cours de laquelle les patients ne peuvent pas être facilement éveillés mais qui répondent de façon adaptée après une stimulation répétée ou douloureuse. L'aptitude à maintenir une fonction ventilatoire indépendante peut être altérée. Les patients peuvent avoir besoin d'aide pour maintenir des voies aériennes perméables et la ventilation spontanée peut ne pas être adaptée. »¹⁰ Cet amendement de l'ASA correspond à la déclaration sur la sécurité de mai 2011 de l'association des anesthésiologistes du Royaume-Uni (Association of Anaesthetists of Great Britain & Ireland).¹¹

Le Comité des normes de la SCA a débattu cette question en profondeur et, après une période de réflexion, a décidé d'adopter une démarche similaire. Le comité a toutefois utilisé l'échelle de Ramsey pour la mesure de la sédation et a défini le « seuil » (c'est-à-dire le stade à partir duquel commencer la capnographie) à un score de sédation compris entre 3 et 4 sur cette échelle (voir ci-dessus). En conséquence, le monitoring de la capnographie doit être utilisé quand les patients nécessitent une « stimulation sonore puissante » ou une « stimulation physique » pour déclencher une « réaction vive ». Comme avec toute nouvelle directive, on s'attend à une période de transition pour faciliter l'adoption et la mise en œuvre de ces nouvelles mesures. L'Association canadienne de protection médicale a rappelé à ses membres que les tribunaux reconnaissent l'éventualité d'un délai entre le moment où une directive de pratique clinique est publiée et celui de son acceptation par les cliniciens, ainsi que l'importance des pratiques habituelles dans la communauté médicale au moment où les soins ont été prodigués. Néanmoins, lorsque des médecins ne se conforment pas à une directive de pratique clinique, ils doivent documenter la raison de cette démarche différente, ainsi que toutes les discussions avec le patient concernant cet écart. De telles mesures peuvent aider à la défense des soins si, jamais, ils étaient ultérieurement remis en question.¹²

Qu'avons-nous appris des études passées et que nous pourrions utiliser à l'avenir pour le monitoring du CO₂? Comme dans le cas de l'oxymétrie de pouls, il est peu probable qu'une étude vienne clairement confirmer que le recours à la capnographie au cours de la sédation sauve des vies. La mortalité au cours pendant des interventions sous sédation est (heureusement) si basse qu'il faudrait rassembler un échantillon d'une taille impossible à atteindre pour qu'une étude ait la puissance statistique suffisante. Cependant, il est évident qu'il y a un avantage perceptible à alerter le praticien sur une hypoventilation et la survenue imminente d'hypoxie et d'événements respiratoires indésirables. Nous devons insister sur les rappels suivants: 1) l'incidence de l'hypoxie (même dans les études utilisant la capnographie) reste cliniquement significative; et 2) l'utilisation de la capnographie ne doit pas créer un faux sentiment de sécurité et conduire à une utilisation plus large de niveaux profonds de sédation qui ne seraient pas nécessaires. Cela annulerait le bénéfice possible obtenu grâce à cette mise en œuvre. Par exemple, dans la fameuse expérience chez les chauffeurs de taxi de Munich, les chauffeurs de taxi ont commencé à rouler plus vite après l'installation de systèmes antiblocage des freins et, contrairement aux attentes, cela a débouché sur un taux d'accidents plus élevé.¹³

On observe maintenant un intérêt croissant pour l'introduction de la capnographie dans d'autres champs des soins cliniques, y compris dans les salles de réveil (où l'on observe actuellement de nombreux patients dans un état de sédation, souvent sans capnographie),¹⁴ aux soins intensifs, au cours de la réanimation cardiorespiratoire,¹⁵ et même chez des patients recevant de fortes doses de morphiniques (par exemple, en cas d'analgésie intraveineuse contrôlée par le patient ou d'administration neuraxiale).¹⁶ Il reste à savoir à quelle vitesse la capnographie ou d'autres technologies intelligentes seront intégrées aux pratiques cliniques dans ces domaines d'application. Néanmoins, les praticiens assurant une sédation doivent admettre que la capnographie, loin d'être un « luxe » facultatif, devient aujourd'hui une « obligation » pour une sédation profonde. Les signaux d'alarme précoces, visuels et sonores, de la capnographie contribueront à détecter précocement le risque de détresse respiratoire pendant une sédation profonde chez un patient monitoré.

Competing interests None declared.

References

1. Merchant R, Chartrand D, Dain S, et al. Guidelines to the Practice of Anesthesia Revised Edition 2012. Can J Anesth 2012; 59: 63-102.
2. Canadian Anesthesiologists' Society (CAS). Financial Statements December 31, 2010. https://www.cas.ca/Members/Page/Files/129_CAS_financial_statements_2010_EN.pdf (accessed February 2012).
3. Weinger MB, Lee LA. No patient shall be harmed by opioid-induced respiratory depression. Proceedings of "Essential Monitoring Strategies to Detect Clinically Significant Drug-Induced Respiratory Depression in the Postoperative Period" conference. APSF Newsletter 2011; 26: 21-8.
4. Vargo JJ, Zuccaro G Jr, Dumot JA, Conwell DL, Morrow JB, Shay SS. Automated graphic assessment of respiratory activity is superior to pulse oximetry and visual assessment for the detection of early respiratory depression during therapeutic upper endoscopy. Gastrointest Endosc 2002; 55: 826-31.
5. Lightdale JR, Goldmann DA, Feldman HA, Newburg AR, DiNardo JA, Fox VL. Microstream capnography improves patient monitoring during moderate sedation: a randomized, controlled trial. Pediatrics 2006; 117: e1170-8.
6. Qadeer MA, Vargo JA, Dumot JA, et al. Capnographic monitoring of respiratory activity improves safety of sedation for endoscopic cholangiopancreatography and ultrasonography. Gastroenterology 2009; 136: 1568-76.
7. Deitch K, Miner J, Chudnofsky CR, Dominici P, Latta D. Does end tidal CO₂ monitoring during emergency department procedural sedation and analgesia with propofol decrease the incidence of hypoxic events? A randomized, controlled trial. Ann Emerg Med 2010; 55: 258-64.
8. American Society of Anesthesiologists (ASA). Standards for Basic Anesthetic Monitoring. (Approved by the ASA House of Delegates on October 21, 1986, and last amended on October 20, 2010 with an effective date of July 1, 2011) (accessed March 2012). <http://www.asahq.org/publicationsAndServices/sgstoc.htm> (accessed February 10, 2012).
9. Patel S, Vargo JJ, Khandwala F, et al. Deep sedation occurs frequently during elective endoscopy with meperidine and midazolam. Am J Gastroenterol 2005; 100: 2689-95.
10. American Society of Anesthesiologists (ASA). Continuum of Depth of Sedation, Definition of General Anesthesia and Levels of Sedation/Analgesia (approved by ASA House of Delegates on October 27th 2004 and amended on October 21st 2009). <http://www.asahq.org/publicationsAndServices/sgstoc.htm> (accessed February 2012).
11. Association of Anaesthetists of Great Britain & Ireland. (AAGBI) Safety Statement. The Use of Capnography Outside the Operating Theatre. Updated May 2011. http://www.aagbi.org/sites/default/files/Capnographyaagbi090711AJH%5B1%5D_1.pdf (accessed February 2012).
12. Canadian Medical Protective Association (CMPA). Clinical Practice Guidelines: What is Their Role in Legal Proceedings? An article for Physicians by Physicians. Originally published September 2011 http://www.cmpa-acpm.ca/cmpapd04/docs/resource_files/perspective/2011/03/com_p1103_1-e.cfm (accessed February 2012).
13. Aschenbrenner M, Biehl B. Improved safety through improved technical measures? Empirical studies regarding risk compensation processes in relation to anti-lock braking systems. In: Trimpop RM, Wilde GJ. Challenges to Accident Prevention: the Issue of Risk Compensation Behaviour. Groningen, the Netherlands: Styx; 1994.
14. Godden B. Where does capnography fit into the PACU? J Perianesth Nurs 2011; 26: 408-10.
15. Cook TM, Woodall N, Harper J. Fourth National Audit Project. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 2: intensive care and emergency departments. Br J Anaesth 2011; 106: 632-42.
16. Overdyke FJ, Carter R, Maddox RR, Callura J, Herrin AE, Henriguez C. Continuous oximetry/capnometry monitoring reveals frequent desaturation and bradypnea during patient-controlled analgesia. Anesth Analg 2007; 105: 412-8.