

Regional analgesia and ultra-fast-track cardiac anesthesia

Davy C. H. Cheng MD MSc FRCPC

COST containment in the 1990's has promoted the implementation of fast-track cardiac surgery programs. Perioperative anesthetic management that facilitates early tracheal extubation coupled with the process of recovery is a key element of such successful programs.¹ Fast-track cardiac anesthesia (FTCA) with tracheal extubation within one to six hours after arrival to the intensive care unit (ICU), has been demonstrated not to increase postoperative cardiorespiratory morbidity, sympathoadrenal stress or mortality, and significantly reduces costs and improves resource utilization.^{2,3}

Many cardiac surgical centres have embraced the philosophy of FTCA over the past decade. Given the known cost benefits of FTCA techniques, there would appear to be no compelling reason to persist with high-dose opioid regimens in routine cardiac surgical practice.^{4,5} The commonly adopted postoperative multimodal analgesia consists of nurse administered narcotic analgesics, patient controlled analgesia (PCA) with narcotics, and non-steroidal anti-inflammatory drugs.⁶ There is however a concern that FTCA and early tracheal extubation may lead to suboptimal analgesia in the early postoperative period. Regional analgesia using intrathecal (IT) narcotics and thoracic epidural analgesia (TEA) have been advocated for immediate operating room (OR) extubation and to facilitate postoperative recovery in these patients. When applying regional analgesia or block in ultra-fast-track cardiac anesthesia, we must seriously consider the potential risks and benefits associated with such a practice.

Benefits and risks of intrathecal morphine (ITM) in cardiac surgery?

In this issue, Parlow *et al.*⁷ report that, in a retrospective audit of 131 consecutive elective cardiac surgical patients, their multimodal postoperative analgesic regimen (parasternal infiltration, acetaminophen and

indomethacin, and postoperative *iv* morphine) allowed for uneventful early tracheal extubation. Low-dose ITM ($259 \pm 53 \mu\text{g}$) further facilitated early tracheal extubation (75 ± 65 vs 117 ± 85 min) and reduced postoperative analgesic requirement (4.6 ± 4.1 vs 10.0 ± 14.8 mg), but did not shorten the hospital length of stay (LOS).

Firstly, this study reaffirms that one can achieve early tracheal extubation in FTCA management with multimodal postoperative analgesia. Secondly, this study shows that the benefits of earlier extubation and improved pain control by low-dose ITM have not been demonstrated consistently. Earlier studies of ITM, in a dosage such as $10 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ or higher result in postoperative respiratory depression and delay hospital discharge in cardiac surgical patients,^{8,9} although remifentanyl combined with a large dose (2 mg) of ITM was shown to reduce intubation time and postoperative morphine requirements.¹⁰ In one study, remifentanyl with ITM $8 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ and desflurane did not facilitate earlier extubation when compared to sufentanil and desflurane anesthesia.¹¹ Another study showed that lower doses of ITM 2.5 to $5.0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, provide effective analgesia with no increased side effects, but do not facilitate tracheal extubation as compared to placebo.¹²

The potential benefits of ITM for immediate extubation in the OR following cardiac surgery include a reduction in perioperative costs related to the avoidance of mechanical ventilation in the ICU, as well as the possibility of patients being transferred to an intermediate-level observation area, completely bypassing the ICU.¹³ However, the costs of respiratory therapy services and ventilator use postoperatively account for less than 0.1% of the total costs of a cardiac surgical procedure.² It is unlikely that the service or cost of a respiratory therapist can be completely avoided with extubation in the OR, making these savings even

From the Department of Anesthesia & Perioperative Medicine, The University of Western Ontario, London Health Sciences Centre and St. Joseph's Health Care, London, Ontario, Canada.

Address correspondence to: Dr. Davy Cheng, London Health Sciences Centre, 339 Windermere Road, Room 3CA19, London, Ontario N6A 5A5, Canada. Phone: 519-663-3031; Fax: 519-663-3161. E-mail: davy.cheng@lhsc.on.ca

lower. Ability to provide graded levels of care for post-cardiac surgery patients can improve patient flow and postoperative recovery, allowing the flexibility in nurse scheduling ratio essential for efficient resource utilization.^{14,15} The question of whether a further reduction of the already short duration of intubation confers any clinical or economic benefit remains to be answered. The lack of benefit of OR tracheal extubation in the ICU or hospital LOS after cardiac surgery has been demonstrated by Montes *et al.*¹⁶ One must be aware that the first hour after extubation is the most crucial in respiratory monitoring and care.³

The risk of subarachnoid or epidural hematoma in anticoagulated cardiac surgical patients may be as high as 0.35%.¹⁷ In general, this risk is relatively low when precautions are taken such as ensuring an interval from IT puncture to systemic anticoagulation with heparin of more than 60 min and that surgery would be delayed in the event of a bloody spinal tap.¹⁸

Benefits and risks of TEA in off-pump coronary artery bypass (OPCAB) surgery?

In an effort to contain costs and minimize the adverse risks of cardiopulmonary bypass (CPB) during conventional cardiac surgery, less invasive procedures have been re-introduced. The increasing trend in performing coronary artery bypass graft surgery without CPB challenges our anesthetic techniques and compels us to streamline the anesthesia management.

The use of regional analgesia in OPCAB surgery could facilitate extubation in the OR. Hemmerling *et al.*¹⁹ have audited 100 consecutive OPCAB patients to examine the feasibility of immediate extubation using opioid-based PCA or high TEA. The authors concluded that both PCA ($n = 33$) and TEA ($n = 62$) allow immediate extubation (within 25 min) after OPCAB surgery and provide sufficient postoperative pain control. Significantly better analgesia and a lower rate of side effects were observed in the TEA group; however, opioid-based PCA after surgery is an alternative for patients presenting with contraindications to the insertion of an epidural catheter or concerned by the risk of epidural hematoma. It is important however to note that these OPCAB patients recovered in the postanesthetic care unit (PACU) with a 1:1 nurse: patient ratio for two hours before being transferred to the ICU where a 1:1 or 1:2 nurse: patient ratio was used overnight. This duplication of high acuity nursing care in the PACU and the ICU may actually increase the costs of care in these patients.

The potential advantages of TEA include: intense perioperative analgesia; reliable attenuation of the stress response to CPB; thoracic cardiac sympathecto-

my and decreased coronary vascular resistance; decreased heart rate and use of beta-blockers after CPB; increased myocardial oxygen supply. TEA has been used successfully to treat medically and surgically refractory angina; it decreases myocardial infarct size in animals. TEA provides superlative analgesia, obviating the need for opioids and reducing the duration of mechanical ventilation, facilitating early tracheal extubation.^{20,21} Yet, TEA has also been reported to provide no improvement in postoperative mobilization, spirometry function, and hospital LOS.²²

Disadvantages of TEA include the risk of epidural hematoma, perhaps as high as 0.35%; risk increases with heparinization for CPB. A blood tap may delay OR 24 hr, resulting in lost OR time and prolonging LOS. The risk increases also at the time of catheter removal, specially if coagulation is abnormal, as in valve surgery. Complications of TEA include pruritus (0–100%), nausea and vomiting (30%) and urinary retention (0–80%). Respiratory depression may occur in 1% of patients. Early respiratory depression is associated with fentanyl or sufentanil, while delayed respiratory depression is related to morphine use. Hypotension is relatively common (50–90%) when epidural local anesthetics are used.¹⁸

The role of TEA for ultra-fast-track anesthesia in OPCAB surgery needs to be addressed. The question is not how far one should go to allow early tracheal extubation, but at what cost in terms of risks and benefits? It has been demonstrated that TEA facilitates earlier tracheal extubation when compared with opioid-based anesthetic techniques for conventional²³ and OPCAB surgery.²⁴ However, ultra-fast-track or immediate OR extubation has not been shown to provide any benefits in terms of morbidity and resource utilization.^{16,22} There is even suggestion that TEA for OPCAB surgery without intubation is feasible, although no postoperative outcome was reported.²⁵ It is important to realize that TEA is not essential for successful OR extubation^{19,26} and that, sometimes, it is not effective in early tracheal extubation.²⁷

The insertion of TEA for cardiac surgery has been regarded as safe, provided that the platelet count/function and coagulogram are within normal limits, even if full anticoagulation is planned.²⁸ It is important to place the epidural needle and catheter cautiously, at least an hour before heparinization, and to be ready to delay surgery for 24 hr if a bloody tap occurs. Perioperative anticoagulation should be monitored carefully, and the catheter should be removed when heparin activity is minimal. The maximum risk of an epidural hematoma in conventional cardiac surgery was calculated at 1:1,500.²⁹ Combining the

risks of conversion to CPB and of hematoma, the maximum risk of an epidural hematoma during OPCAB surgery would be < 1:30,000.

In summary, the optimal dose of ITM in terms of safety and efficacy in cardiac surgery has not yet been well defined. Low-dose ITM 2.5 to 5.0 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ has been found to be effective for postoperative analgesia with minimal side effects, but it is not consistently effective for earlier extubation and it is not effective for earlier hospital discharge. Regarding the efficacy of regional analgesia in cardiac surgery, TEA and ITM generally reduce the visual analogue scale pain score of conventional multimodal analgesia from 4–6 to 0–2 and 2–4 respectively. TEA and ITM may facilitate, but are not a prerequisite for immediate extubation. Ultra-fast-track cardiac anesthesia with multimodal analgesia is as effective in achieving the same goal.

To reduce the catastrophic complication of subarachnoid or epidural hematoma in regional analgesia, all precautions in perioperative anticoagulation and monitoring are essential. Clearly, the costs of warming devices, of the epidural itself, and a potential extra 30 min wait in the OR need to be balanced against the cost savings from possible flexible nursing ratios, ventilator disposables, and any significant improvement in morbidity. Regional analgesia has not been shown to reduce ICU and hospital LOS. It is the ultra-fast-track cardiac anesthesia management and postoperative process of care which play a more significant role in determining the extubation time and hospital discharge than the presence and absence of regional analgesia.

Analgésie régionale et procédure ultra-accélérée d'anesthésie cardiaque

Dans les années 1990, la compression des coûts a favorisé l'application de programmes accélérés de cardiologie. La réussite de ces programmes repose sur une démarche anesthésique périopératoire qui facilite l'extubation trachéale précoce couplée au processus de récupération.¹ On sait qu'une procédure accélérée d'anesthésie cardiaque (PAAC), comportant une extubation trachéale de une à six heures après l'arrivée à l'unité des soins intensifs (USI), n'augmente

pas la morbidité cardiorespiratoire postopératoire, le stress sympathico-adrénergique ou la mortalité, et qu'elle réduit les coûts et améliore l'utilisation des ressources.^{2,3}

De nombreux centres de cardiologie ont adopté la philosophie de la PAAC au cours de la dernière décennie. Étant donné son coût avantageux connu, il n'y a pas de raison impérieuse apparente de continuer à utiliser des posologies de fortes doses d'opioïdes en cardiologie.^{4,5} L'analgésie multimodale postopératoire consiste généralement en l'administration d'analgésiques narcotiques par le personnel infirmier, d'analgésie auto-contrôlée (AAC) avec des narcotiques et d'anti-inflammatoires non stéroïdiens.⁶ On se demande tout de même si la PAAC et l'extubation trachéale précoce peuvent conduire à une analgésie sous-optimale au début de la période postopératoire. L'analgésie régionale avec des narcotiques intrathécaux (IT) et l'analgésie péridurale thoracique (APT) ont été conseillées pour l'extubation immédiate en salle d'opération (SO) et pour faciliter la récupération postopératoire. Quand on utilise l'analgésie régionale ou un bloc en procédure ultra-accélérée d'anesthésie cardiaque, il faut sérieusement considérer les risques potentiels et les avantages associés à cette pratique.

Risques et avantages de la morphine intrathécale (MIT) en cardiologie

Dans le présent numéro, Parlow *et coll.*⁷ montrent que, dans un audit rétrospectif de 131 patients consécutifs en cardiologie réglée, une analgésie postopératoire multimodale (infiltration parasternale, acétaminophène et indométacine, puis morphine *iv* postopératoire) a permis de réaliser une extubation trachéale précoce sans conséquence. Une faible dose de MIT ($259 \pm 53 \mu\text{g}$) a facilité davantage l'extubation trachéale précoce (75 ± 65 vs 117 ± 85 min) et réduit les besoins analgésiques postopératoires ($4,6 \pm 4,1$ vs $10,0 \pm 14,8$ mg), mais n'a pas raccourci la longueur du séjour (LDS) à l'hôpital.

D'abord, cette étude réaffirme que l'extubation trachéale précoce est possible avec une PAAC et une analgésie postopératoire multimodale. Ensuite, l'étude montre que les avantages de l'extubation précoce et le meilleur contrôle de la douleur par la faible dose de MIT n'ont pas été prouvés de manière conséquente. Dans des études antérieures sur la MIT, selon un dosage de $10 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ou plus, on a noté une dépression respiratoire postopératoire et un congé retardé de l'hôpital des patients de cardiologie,^{8,9} quoique le rémifentanyl combiné à une forte dose de MIT (2 mg) aient réduit le temps d'intubation et les besoins de morphine postopératoire.¹⁰ Dans l'une des

études, l'anesthésie avec rémifentanyl et $8 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ de MIT et du desflurane n'a pas facilité l'extubation précoce, comparée à l'anesthésie au sufentanyl et au desflurane.¹¹ Dans autre étude, de faibles doses de MIT de 2,5 à $5,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, comparées à un placebo, ont fourni une analgésie efficace sans augmenter les effets secondaires, mais sans faciliter l'extubation trachéale.¹²

Les avantages possibles de l'administration de MIT, permettant une extubation immédiate en SO après la chirurgie cardiaque, comprennent une réduction des coûts périopératoires, étant donné qu'on n'utilise pas la ventilation mécanique à l'USI et aussi à la possibilité que les patients soient transférés dans une salle d'observation de niveau intermédiaire, évitant l'USI.¹³ Cependant, le coût de l'inhalothérapie et de la ventilation postopératoire compte pour moins de 0,1 % du coût total de l'intervention cardiaque.² Il est peu probable qu'on évite complètement le recours à l'inhalothérapie en faisant l'extubation en SO, ce qui diminue d'autant les avantages prévus. La capacité de donner des soins post-cardiochirurgie de différents niveaux peut améliorer le déplacement des patients et la récupération postopératoire, ce qui permet la flexibilité du ratio d'infirmières essentielle à l'efficacité des ressources.^{14,15} La question de savoir si une réduction supplémentaire de la durée, déjà courte, de l'intubation entraîne un certain avantage clinique ou économique demeure sans réponse. Montes *et coll.*¹⁶ ont montré qu'il n'y a pas d'avantage à l'extubation en SO sur la LDS à l'USI ou à l'hôpital. Il faut savoir que l'heure qui suit l'extubation est cruciale pour le monitoring et les soins respiratoires.³

Le risque d'hématome sous-arachnoïdien ou péri-dural chez les patients anticoagulés de cardiochirurgie peut être aussi élevé que 0,35 %.¹⁷ En général, il est relativement faible si on s'assure qu'il y a un intervalle de plus de 60 min entre la ponction IT et l'anticoagulation généralisée avec l'héparine et que l'intervention chirurgicale est retardée en cas d'aspiration de sang lors d'une rachicentèse.¹⁸

Risques et avantages de l'APT pour un pontage aortocoronarien à cœur battant (PACCB)

Dans un effort pour réduire les coûts et minimiser les complications de la CEC pendant la cardiochirurgie traditionnelle, des techniques moins effractives sont réintroduites. On réalise de plus en plus souvent le pontage aortocoronarien sans CEC, ce qui met nos techniques anesthésiques à l'épreuve et nous oblige à simplifier notre démarche.

L'analgésie régionale utilisée pendant le PACCB pourrait faciliter l'extubation en SO. Hemmerling *et coll.*¹⁹ ont évalué 100 patients consécutifs pour un

PACCB pour vérifier la faisabilité d'une extubation immédiate en utilisant l'AAC ou l'APT haute à base d'opioïde. Les auteurs ont conclu que l'AAC ($n = 33$) et l'APT ($n = 62$) permettent une extubation immédiate (moins de 25 min) après le PACCB et une analgésie postopératoire suffisante. Une analgésie significativement meilleure et un plus bas taux d'effets secondaires ont été observés avec l'APT ; par ailleurs, l'AAC postopératoire à base d'opioïde peut remplacer l'APT chez les patients pour qui il y a des contre-indications à l'insertion d'un cathéter péri-dural ou qui sont à risque d'un hématome péri-dural. Il faut toutefois noter que ces patients opérés pour un PACCB ont été placés dans une salle de réveil (SDR) où le ratio infirmière : patient était de 1:1 pendant deux heures avant le transfert à l'USI où le ratio était de 1:1 ou de 1:2 pendant la nuit. La présence d'autant de personnel en SDR et à l'USI peut, en fait, augmenter le coût des soins.

Les avantages possibles de l'APT comprennent : une analgésie périopératoire profonde, une atténuation fiable de la réaction de stress à la CEC, une sympathectomie cardiaque thoracique et une résistance vasculaire coronaire accrue, une réduction de la fréquence cardiaque et l'usage de bêta-bloquants après la CEC, une augmentation de l'apport d'oxygène myocardique. L'APT a été utilisée avec succès pour traiter l'angine médicalement et chirurgicalement réfractaire ; elle diminue la taille de l'infarctus du myocarde chez les animaux. Elle produit une analgésie supérieure qui peut parer aux besoins d'opioïdes et réduire la durée de la ventilation mécanique, ce qui facilite l'extubation trachéale précoce.^{20,21} Néanmoins, on a déjà démontré que l'APT n'améliore pas la mobilité postopératoire, la fonction spirométrique et la LDS hospitalier.²²

Les inconvénients de l'APT incluent le risque d'hématome péri-dural, qui peut être aussi élevé que 0,35 % et qui augmente avec l'héparinisation pour la CEC. Une ponction sanguine peut retarder de 24 h la présence en SO, ce qui cause une perte de temps de SO et prolonge la LDS. Le risque augmente aussi au moment du retrait du cathéter, surtout si la coagulation est anormale, comme en chirurgie valvulaire. Les complications de l'APT comprennent le prurit (0–100 %), les nausées et les vomissements (30 %) et la rétention urinaire (0–80 %). La dépression respiratoire peut survenir chez 1 % des patients. La dépression respiratoire précoce est associée au fentanyl ou au sufentanyl, tandis que la dépression respiratoire tardive est reliée à l'usage de morphine. L'hypotension est relativement fréquente (50–90 %) avec l'usage d'anesthésiques locaux péri-duraux.¹⁸

Le rôle de l'APT dans une procédure ultra-accelérée d'anesthésie pour le PACCB doit être abordé. La question n'est pas de savoir jusqu'où on peut aller pour permettre une extubation trachéale précoce, mais à quel coût en termes de risques et d'avantages ? On a déjà démontré que l'APT facilite l'extubation trachéale précoce, en comparaison avec l'anesthésie à base d'opioïde utilisée pour le PAC traditionnel²³ et le PACCB.²⁴ Cependant, l'extubation très précoce ou immédiate en SO n'offre pas d'avantages quant à la morbidité et à l'utilisation des ressources.^{16,22} On croit même que l'APT pour le PACCB est faisable sans intubation, bien qu'aucun résultat postopératoire ne soit rapporté.²⁵ Il faut savoir que l'APT n'est pas essentielle au succès de l'extubation en SO^{19,26} et que, parfois, elle n'est pas efficace pour l'extubation trachéale précoce.²⁷

En cardiologie, l'insertion du cathéter pour l'APT est considérée sans danger pourvu que la fonction et la numération plaquettaires ainsi que le coagulogramme soient dans les limites de la normale, même si une anticoagulation complète est planifiée.²⁸ Il est important de placer prudemment l'aiguille de péridurale, au moins une heure avant l'héparinisation, et d'être prêt à retarder l'intervention chirurgicale de 24 h si une ponction hémorragique survient. L'anticoagulation périopératoire doit être étroitement surveillée et le cathéter retiré lorsque l'activité de l'héparine est minimale. Le risque maximal d'un hématome péridural en cardiologie traditionnelle a été estimé à 1:1 500.²⁹ Si on combine les risques de conversion en CEC et ceux d'un hématome, le risque maximal d'un hématome péridural pendant le PACCB serait de < 1:30 000.

En résumé, la dose optimale de MIT en cardiologie, quant à l'innocuité et à l'efficacité, n'est pas encore bien définie. De faibles doses de MIT de 2,5 à 5,0 µg·kg⁻¹ se sont révélées efficaces pour l'analgésie postopératoire aux effets secondaires minimes, mais pas régulièrement efficaces pour permettre l'extubation précoce et non efficaces pour permettre un congé hâtif. En ce qui concerne l'efficacité de l'analgésie régionale en cardiologie, l'APT et la MIT réduisent généralement les scores de douleur à l'échelle visuelle analogique de l'analgésie multimodale traditionnelle de 4–6 à 0–2 et 2–4 respectivement. L'APT et la MIT peuvent faciliter l'extubation immédiate, mais n'en sont pas une condition préalable. L'anesthésie cardiaque ultra-accelérée combinée à une analgésie multimodale est aussi efficace pour atteindre le même but.

Pour réduire la complication catastrophique de l'hématome sous-arachnoïdien ou péridural, il faut

prendre toutes les précautions nécessaires concernant l'anticoagulation et le monitoring périopératoires. Certes, le coût des appareils de réchauffement, de l'anesthésie péridurale elle-même et d'une attente supplémentaire possible de 30 min en SO doit être soupesé par rapport à l'économie d'une flexibilité possible des ratios patients-infirmières, des accessoires de ventilation à usage unique et d'une réduction significative de la morbidité. On n'a pu démontrer que l'analgésie régionale pouvait réduire la LDS à l'USI et à l'hôpital. C'est la technique d'anesthésie cardiaque ultra-accelérée et la conduite thérapeutique postopératoire qui servent le plus à déterminer le moment de l'extubation et du congé de l'hôpital plutôt que la présence ou l'absence d'analgésie régionale.

References

- 1 Cheng DC. Fast track cardiac surgery pathways. Early extubation, process of care, and cost containment (Editorial). *Anesthesiology* 1998; 88: 1429–33.
- 2 Cheng DC, Karski J, Peniston C, et al. Early tracheal extubation after coronary artery bypass graft surgery reduces costs and improves resource use. A prospective, randomized, controlled trial. *Anesthesiology* 1996; 85: 1300–10.
- 3 Cheng DC, Karski J, Peniston C, et al. Morbidity outcome in early versus conventional tracheal extubation after coronary artery bypass grafting: a prospective randomized controlled trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996; 112: 755–64.
- 4 Myles PS, Daly DJ, Djaiani G, Lee A, Cheng DC. A systematic review of the safety and effectiveness of fast-track cardiac anesthesia. *Anesthesiology* 2003; 99: 982–7.
- 5 Cheng DC, Wall C, Djaiani G, et al. Randomized assessment of resource use in fast-track cardiac surgery 1 year after hospital discharge. *Anesthesiology* 2003; 98: 651–7.
- 6 Hynninen MS, Cheng DC, Hossain I, et al. Non-steroidal anti-inflammatory drugs in treatment of postoperative pain after cardiac surgery. *Can J Anesth* 2000; 47: 1182–7.
- 7 Parlow JL, Steele RG, O'Reilly D. Low dose intrathecal morphine facilitates early extubation after cardiac surgery: results of a retrospective continuous quality improvement audit. *Can J Anesth* 2005; 52: 94–9.
- 8 Chaney MA, Furry PA, Fluder EM, Slogoff S. Intrathecal morphine for coronary artery bypass grafting and early extubation. *Anesth Analg* 1997; 84: 241–8.
- 9 Chaney MA, Smith KR, Barclay JC, Slogoff S. Large-dose intrathecal morphine for coronary artery bypass grafting. *Anesth Analg* 1996; 83: 215–22.

- 10 *Bowler I, Djaiani G, Abel R, Pugh S, Dunne J, Hall J.* A combination of intrathecal morphine and remifentanyl anesthesia for fast-track cardiac anesthesia and surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2002; 16: 709–14.
- 11 *Latham P, Zarate E, White PE, et al.* Fast-track cardiac anesthesia: a comparison of remifentanyl plus intrathecal morphine with sufentanil in a desflurane-based anesthetic. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2000; 14: 645–51.
- 12 *Alhashemi JA, Sharpe MD, Harris CL, Sherman V, Boyd D.* Effect of subarachnoid morphine administration on extubation time after coronary artery bypass graft surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2000; 14: 639–44.
- 13 *Lee TW, Jacobsohn E.* Pro: Tracheal extubation should occur routinely in the operating room after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2000; 14: 603–10.
- 14 *Cheng DC, Byrick RJ, Knobel E.* Structural models for intermediate care areas. *Crit Care Med* 1999; 27: 2266–71.
- 15 *Westaby S, Pillai R, Parry A, et al.* Does modern cardiac surgery require conventional intensive care? *Eur J Cardiothorac Surg* 1993; 7: 313–8.
- 16 *Montes FR, Sanchez SI, Giraldo JC, et al.* The lack of benefit of tracheal extubation in the operating room after coronary artery bypass surgery. *Anesth Analg* 2000; 91: 776–80.
- 17 *Owens EL, Kasten GW, Hessel EA II.* Spinal subarachnoid hematoma after lumbar puncture and heparinization: a case report, review of the literature, and discussion of anesthetic implications. *Anesth Analg* 1986; 65: 1201–7.
- 18 *Chaney MA.* Intrathecal and epidural anesthesia and analgesia for cardiac surgery. *Anesth Analg* 1997; 84: 1211–21.
- 19 *Hemmerling TM, Prieto I, Choiniere JL, Basile F, Fortier JD.* Ultra-fast-track anesthesia in off-pump coronary artery bypass grafting: a prospective audit comparing opioid-based anesthesia vs thoracic epidural-based anesthesia. *Can J Anesth* 2004; 51: 163–8.
- 20 *Scott NB, Turfrey DJ, Ray DA, et al.* A prospective randomized study of the potential benefits of thoracic epidural anesthesia and analgesia in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Anesth Analg* 2001; 93: 528–35.
- 21 *de Vries AJ, Mariani MA, van der Maaten JM, Loeff BG, Lip H.* To ventilate or not after minimally invasive direct coronary artery bypass surgery: the role of epidural anesthesia. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2002; 16: 21–6.
- 22 *Priestley MC, Cope L, Halliwell R, et al.* Thoracic epidural anesthesia for cardiac surgery: the effects on tracheal intubation time and length of hospital stay. *Anesth Analg* 2002; 94: 275–82.
- 23 *Liem TH, Hasenbos MA, Booij LH, Gielen MJ.* Coronary artery bypass grafting using two different anesthetic techniques. Part 2. Postoperative outcome. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1992; 6: 156–61.
- 24 *Djaiani GN, Ali M, Heinrich L, et al.* Ultra-fast-track anesthetic technique facilitates operating room extubation in patients undergoing off-pump coronary revascularization surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2001; 15: 152–7.
- 25 *Vanek T, Straka Z, Brucek P, Widimsky P.* Thoracic epidural anesthesia for off-pump coronary artery bypass without intubation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; 20: 858–60.
- 26 *Straka Z, Brucek P, Vanek T, Votava J, Widimsky P.* Routine immediate extubation for off-pump coronary artery bypass grafting without thoracic epidural analgesia. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 1544–7.
- 27 *Fillinger MP, Yeager MP, Dodds TM, Fillinger MF, Wahlen PK, Glass DD.* Epidural anesthesia and analgesia: effects on recovery from cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2002; 16: 15–20.
- 28 *Sanchez R, Nygard E.* Epidural anesthesia in cardiac surgery: is there an increased risk? *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1998; 12: 170–3.
- 29 *Ho AM, Chung DC, Joynt GM.* Neuraxial blockade and hematoma in cardiac surgery. Estimating the risk of a rare adverse event that has not (yet) occurred. *Chest* 2000; 117: 551–5.