



Article Original

Facteurs Prédictifs d'une Extubation Différée en Chirurgie Cardiaque

Predictive factors for delayed extubation after cardiac surgery

Joseph Koné¹, Mohamed Amine Elbouaychi¹, Guy Tsala¹, Abdoulaye Kossi Diallo², Adil Bensouda¹.

1. Service de Réanimation de CCV B- CHU Ibn Sina- Rabat (MAROC)
2. Service d'Anesthésie Réanimation Urgences CHU Point G Bamako (MALI). Université de Bamako (USTTB)

Auteur correspondant : Docteur Joseph Koné.
Email : drjosephkone@yahoo.fr

Mots-clés : Chirurgie cardiaque, extubation différée, facteurs associés

Key words: cardiac surgery, delayed extubation, associated factors

RÉSUMÉ

Introduction. En chirurgie cardiaque certains patients requièrent une ventilation prolongée en post opératoire bien que l'extubation précoce soit reconnue favorable à de meilleures suites opératoires. L'objectif de cette étude était d'étudier les facteurs associés à une ventilation prolongée de plus de 240 minutes en postopératoire. **Patients et Méthodes.** Il s'agissait d'une étude prospective au service de CCV B du CHU Ibn Sina de Rabat sur une période de 6 mois. Nous avons exclu les patients âgés de moins de 18 ans, les cas de pneumopathie avérée et les urgences. Les variables étaient décrites en moyennes± écart-types, médianes-quartiles, et effectifs-pourcentages. L'analyse statistique a été réalisée avec les tests de Khi 2, de Man Whitney avec un risque alpha à 5%. **Résultats.** Nous avons colligé 55 patients avec un âge moyen de 52,08±13,80 ans, un sexe ratio h/f de 1,39. Dix-sept (17) patients étaient de classes ASA III et IV ; 44 (80,0%) étaient classés NYHA III et IV. Quarante patients (72,7%) ont bénéficié d'une chirurgie valvulaire et 13 (23,6%) d'un pontage aortocoronaire. Un ballon de contre pulsion intra aortique (BCPIA) a été utilisé chez cinq (05) patients. Vingt-neuf (52,7%) étaient extubés dans les 240 minutes, et 26 (42,3%) extubés entre 241 et 1020 minutes. **Conclusion.** Les facteurs prédictifs d'une extubation différée après chirurgie cardiaque à cœur ouvert étaient la pose d'un BCPIA, l'hypothermie (OR =2,053, CI 95% :2,004-13,023, p=0,028) et les anomalies de la gazométrie (OR=2,054, CI 95% : 2,006-7,530, p=0,012).

ABSTRACT

Introduction. The aim of this study was to determine the predictive factors for a delayed extubation after cardiac surgery in which early extubation is associated with favorable postoperative outcomes. However some patients require prolonged mechanical ventilation. **Patients and Methods.** It has been six months prospective study performed in the cardiovascular surgery department of Ibn Sina Teaching hospital in Morocco. We have excluded patients less than 18 years old, pulmonary diseases and emergencies. Variables have been described as mean ± standard deviations, medians and quartiles. Statistical test were Khi square, Man Whitney with an alpha error of 5%. **Results.** We have enrolled 55 patients with a mean age of 52,08±13,80 years and a sex ratio M/F of 1,39. Seventeen (17) patients were from ASA 3 and 4 physical status; 44 (80,0%) where NYHA 3 or 4. There were 40 (72,7%) cases of valve replacement and 13 (23,6%) cases of coronary bypass graft. IABP was used in (05) patients. 29 (52,7%) patients have been extubated within 240 minutes, but 26 (42,3%) have been ventilated between 241 and 1020 minutes before extubation. **Conclusion.** In our study, the identified predictive factors for delayed extubation were the use of IABP, hypothermia (OR =2,053, CI 95% :2,004-13,023, p=0,028) and arterial blood gas disturbances (OR=2,054, CI 95%: 2,006-7,530, p=0,012).

INTRODUCTION

La chirurgie cardiaque nécessite une gestion spécifique des fonctions cardiorespiratoires. Le réveil postopératoire et l'extubation sont couramment réalisés en service de réanimation. De rares cas d'extubation précoce sur table opératoire après pontage coronaire à cœur battant ont été rapportés dans la littérature [1-4].

Il n'y a pas de définition formelle et consensuelle de l'extubation précoce ou tardive en chirurgie cardiaque, cependant de nombreuses équipes ont admis comme précoce une extubation entre la 2^{ème} et la 10^{ème} heures après la fin de l'intervention [5-7]. Avant les années 1970, une ventilation prolongée était de principe admise, pour une suppléance cardio-respiratoire systématique [8]. Cette attitude était associée à un risque plus élevé de

complications respiratoires postopératoires, la nécessité d'une sédation et un surcoût d'hospitalisation [3]. La pertinence d'une ventilation mécanique prolongée est discutée dans de nombreux travaux, surtout qu'aucune étude « extubation précoce versus extubation différée » n'a démontré d'effets délétères cardiaques et respiratoires associés à un sevrage ventilatoire précoce [4,9-14]. En Amérique du nord, la notion de "fast track" en chirurgie cardiaque, a permis d'avoir des suites opératoires plus simples, une diminution significative de la ventilation postopératoire, sans augmentation de la morbidité ou de la mortalité [15]. Ainsi dans la majorité des cas, l'extubation est réalisée dans les 03 à 04 premières heures postopératoires ; néanmoins certains patients nécessitent une ventilation de longue durée (prolongée) avant l'extubation trachéale [13, 16-17]. L'objectif de notre travail était d'étudier les facteurs périopératoires associés à une ventilation postopératoire de plus de quatre (04) heures soit 240 minutes en réanimation après la fin de l'intervention chirurgicale.

PATIENTS ET MÉTHODES

Il s'agissait d'une étude prospective analytique sur une période de six (06) mois (mars à aout 2015), réalisée

dans le service de réanimation de chirurgie cardiovasculaire B de l'Hôpital Ibn Sina de Rabat. Les protocoles d'anesthésie et de réanimation postopératoire étaient laissés à l'appréciation de l'équipe soignante. Nous avons inclus l'ensemble des patients opérés sous circulation extracorporelle (CEC) à l'exclusion de ceux âgés de moins de 18 ans, les cas de pathologies respiratoires avérées et les ceux opérés en urgence. Les patients ont été répartis en deux groupes selon le délai d'extubation postopératoire : A (patients extubés dans les 240 minutes) et B (ceux extubés après 240 minutes). Les variables étudiées (données préopératoires, peropératoires et postopératoires) ont été analysées avec le logiciel SPSS Statistics 21.0, et décrites en moyennes \pm écart-types, médianes-quartiles et en effectifs-pourcentages. Les tests statistiques étaient ceux de Khi 2 et de Man Whitney, avec un risque alpha à 0,05. Les relations statistiques ont été calculées par régression logistique et exprimées en Odds ratio (OR) et intervalles de confiance (IC) à 95%. Seuls les facteurs associés en analyse univariée ont été pris en compte pour l'analyse multivariée.

RÉSULTATS

Nous avons colligé 55 patients. Les données cliniques des patients (pré, per et postopératoires) sont décrites dans le Tableau I. Vingt-deux (29 soit 52,7%) patients étaient du groupe A, et 26 (42,3%) du groupe B. La durée moyenne de ventilation postopératoire était de $323,5 \pm 231,97$ minutes avec des extrêmes de 60 et de 1020 minutes. Le délai d'extubation était de $177,5 \pm 57,6$ minutes dans les groupes A et de $486,42 \pm 245,4$ minutes dans le groupe B ($p < 0,001$).

Tableau I : Caractéristiques préopératoires des patients

Paramètres	Population (n=55)	GRP A (n=29)	GRP B (n=26)	Valeur de p
Age (ans) \$	52,08 \pm 13,80	47,69 \pm 13,85	52,58 \pm 14,25	0,011
Age > 65 ans #	11 (20%)	5 (17,2%)	12 (46,2%)	0,021
Sexe Masculin #	32 (58,2%)	16 (55,2%)	16 (61,5%)	0,633
Tabagisme	21 (38,2%)	10 (34,5%)	11 (42,3%)	0,543
ASA III et plus #	17 (30,9%)	7 (31,8%)	10 (38,5%)	0,251
NYHA III et plus	44 (80,0%)	22 (75,2%)	22 (84,6%)	0,418
FEVG effondrée	19 (34,5%)	7 (24,1%)	12 (46,2%)	0,046
Comorbidités	21 (38,2%)	10 (34,5%)	11 (42,3%)	0,551
ATCD d'AVC/AIT	6 (10,9%)	3 (10,3%)	3 (11,5%)	0,631
Radio pulmonaire anormale	25 (54,5%)	14 (48,3%)	11 (42,3%)	0,657
Durée Hospitalisation > 5 jours	17 (30,9%)	6 (20,7%)	11 (42,3%)	0,083

GRP A : groupe extubation précoce ; GRP B : groupe extubation différée

ASA : American society of Anesthesiologists. IMC : indice de masse corporelle

FEVG : Fraction d'éjection du Ventricule Gauche ;

\$: pour les données exprimées en moyenne \pm écart-type/

: pour les données exprimées en effectif (pourcentage)

Les gestes chirurgicaux sont trouvés dans la figure 1. Elle montre que la distribution du type de chirurgie et des paramètres sociodémographique était uniforme dans les deux groupes ($p=0,379$).

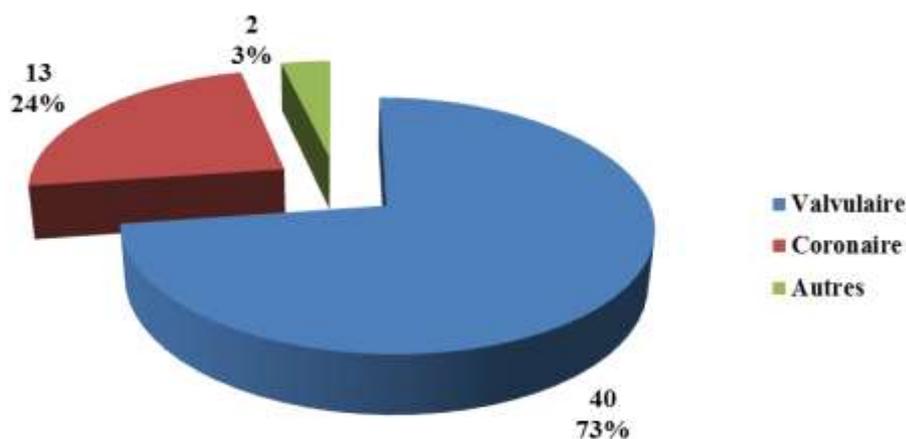


Figure 1 : Répartition selon le type de la chirurgie.

Autres = Sténose pulmonaire (1 cas) et Myxome de l'Oreillette Gauche (1 cas)

La dysfonction du ventricule gauche (DVG) déterminée par une fraction d'éjection basse était statistiquement associée à une extubation différée ($p=0,027$). En régression, il existait une relation linéaire et positive entre l'âge et le délai d'extubation, chez les sujets de plus de 60 ans. (Tableau II).

Tableau II: Facteurs associés à une extubation différée en analyse univariée

Variables indépendantes	Analyse univariée		
	OR	IC 95%	P
Age (ans)	1,057	1,010- 1,105	0,016
Age > 65ans	3,520	1,020-12,145	0,046
Sexe Masculin	0,769	0,262- 2,258	0,633
Tabagisme	0,718	0,241- 2,138	0,551
ASA III et plus	0,506	0,152- 1,680	0,266
NYHA III et plus	1,750	0,448- 6,840	0,421
FEVG basse	3,667	1,163- 11,55	0,027
Comorbidités	1,393	0,468- 4,151	0,551
Antécédents D d'AVC/AIT	0,673	0,143- 3,187	0,620
Rx pulmonaire Anormale	1,273	0,438- 3,695	0,657
Durée Hospi. > 5jours	2,814	0,811- 9,227	0,088
Durée chirurgie	1,008	0,997-1,019	0,131
Durée CEC	1,023	1,004-1,041	0,015
Durée CLAo	1,004	1,004-1,060	0,023
Transfusion per-opératoire	0,589	0,589-2,488	0,603
Utilisation de cathécholamines	0,250	0,026-2,597	0,229
Sédation postopératoire	0,444	0,145-1,364	0,156
Anomalies de la Gazométrie	5,169	1, 527-17,498	0,008
Hypokaliémie	1,714	0,585-5,021	0,326
Radio pulmonaire	0,933	0,608-1,430	0,749
Hémostase H1-H2	1,175	0,751-1,840	0,480
Hypothermie	5,95	1,75-20,227	0,004
Anémie	0,609	0,187-1,988	0,411

CEC : circulation extracorporelle. CLA : ASA : American society of Anesthesiologists. NYHA : New York Heart Association. AVC : accident vasculaire cérébral. FEVG : Fraction d'éjection du Ventricule Gauche ;

En analyse univariée, la durée de CEC (OR 1,023 IC 95 % [1,004-1,041]), et de clampage aortique (1,004 IC 95 % [1,004–1,060]) étaient prédictifs d'un plus long délai d'extubation ($p<0,05$); (Tableau II).

Les anomalies de la gazométrie retrouvées étaient l'hypoxie, l'hypercapnie, l'acidose ou l'alcalose (métabolique ou respiratoire). Ces anomalies de la gazométrie et l'hypothermie postopératoires étaient retrouvés comme prédictifs avec respectivement un Odds ratio de 5,169 IC 95 % [1,527-17,498] et 5,95 IC 95 % [1,75-20,227] ; (Tableau II).

Tous les patients ayant eu une assistance par BCPIA appartenaient au groupe B.

En analyse multivariée, seuls l'hypothermie, les anomalies de la gazométrie et le BPCIA étaient statistiquement associés à une extubation différée ; (Tableau III)

Tableau III : Facteurs associés en analyse multivariée

Variables indépendantes	Analyse multivariée		
	OR	IC 95%	P
Age (ans)	1,118	0,992- 1,261	0,067
Age > 65 ans	0,175	0,007- 4,564	0,295
FEVG basse	5,627	0,562- 56,32	0,142
Durée CEC	0,974	0,934- 1,016	0,216
Durée CLAO	1,065	0,999- 1,135	0,055
Gazométrie	2,054	2,006- 7,530	0,012
Hypothermie	2,053	2,004-13,023	0,028

DISCUSSION

Dans notre étude, trois (03) facteurs ont retenus comme statistiquement associés à une longue durée de ventilation mécanique en postopératoire de chirurgie cardiaque : les anomalies de la gazométrie, l'hypothermie et la pose d'un ballon de contre pulsion intra-aortique. Aucune caractéristique préopératoire, n'était retrouvée comme prédictive ($p > 0,05$); toutefois certains facteurs sont plus constamment retrouvés chez les patients du groupe B, mais cette différence n'était pas statistiquement significative. Il s'agissait de l'âge supérieur à 65 ans, l'altération de la fraction d'éjection en dessous de 30%, la faible tolérance à l'effort (NYHA de grades 3 et 4). Il existait une relation linéaire entre l'âge supérieur à 60 ans et le délai d'extubation ($r = 0,343$; $p = 0,010$). Dans d'autres séries l'âge (Odds ratio 1.80) ainsi que la contre pulsion intra aortique (Odds ratio, 7.88) étaient associés à un délai d'extubation postopératoire de plus de 10 heures [21- 24]. La durée de ventilation était similaire pour les deux sexes ($p = 0,864$) dans notre série ; contrairement à l'étude de Wong et al qui avaient trouvé un délai plus long chez le sexe féminin [16].

Dans une étude similaire à la nôtre sur le plan méthodologique (avec 240 minutes comme délai de référence), Aisha R et al retrouvaient la DVG comme statistiquement associée à une plus longue durée de ventilation postopératoire (62,4±9,8 versus 44,6 ±9,4; $p = 0,001$) [21].

Tous nos patients ayant bénéficié d'un BCPIA avaient eu une ventilation prolongée supérieure à 10 heures (600 minutes) avec une durée moyenne de 13,8±28 heures, comme dans plusieurs études publiées [16, 21, 22, 25, 27]. Cependant la ventilation prolongée semble plus liée à la DVG qu'à une morbidité propre du ballon de contre pulsion. La fréquence de la DVG était de 46,2% dans le groupe B versus 24,1% dans le groupe A; $p = 0,046$). Les patients mis sous BCPIA avaient une fraction d'éjection du VG (FEVG) préopératoire de 34,6±15%. Cette observation laisse suggérer qu'en dehors de la DVG elle-même, la présence du BCPIA pourrait ne pas être un facteur propre de ventilation postopératoire.

L'hypoxémie, l'hypercapnie et l'acidose métabolique, étaient des facteurs indépendants associés à la ventilation prolongée d'où une extubation différée après les 240 minutes de référence. Ces anomalies gazométriques sont

multifactorielles [26]. L'altération du rapport PaO_2/FiO_2 est rapportée par Suemastu et al comme facteur indépendant prédictif d'une extubation tardive, ce qui semble tout logique [27]. Les atélectasies, l'œdème pulmonaire, l'hémolulution, les altérations de la mécanique ventilatoire d'origines diverses (thoracotomie, atteintes pleurales, drains, douleur postopératoire) sont des éléments importants à prendre en compte.

En préopératoire, l'angor instable (OR 5.6), la fraction d'éjection inférieure à 50% (OR 2.3), la présence de BPCO (OR 2.0), l'insuffisance rénale (OR 1.9), le sexe féminin (OR 1.8) et l'âge supérieur à 70 ans (OR 1.7), étaient identifiés par Légaré et al comme facteurs prédictifs indépendants de ventilation prolongée de plus de 24 heures. Dans la même étude, La reprise chirurgicale pour saignement incontrôlé (OR 6.9) et la survenue d'un infarctus du myocarde (IDM) dans le périopératoire (OR 5.8) ont été citées par la même équipe [29].

Selon Piotto et al, la durée de clampage aortique (OR 1.01 95% CI [1.00 -1.02], $p = 0,018$) est déterminante pour une ventilation prolongée d'au moins 48 heures [27]. Cislighi F et al, ont rapporté la chirurgie réductrice (OR = 3.090, 95% CI = 1.655-5.780), la durée de CEC supérieure à 91 minutes (OR = 1.390, 95% CI = 1.013-1.908), la transfusion peropératoire de plus de 4 culots globulaires (OR = 3.144, 95% CI = 2.331-4.255) ou de plasma frais congelé (OR = 2.976, 95% CI = 1.984-4.830 [30]. Des facteurs potentiels supplémentaires sont cités par Wong et al dans un score prédictif des suites opératoires des pontages coronaires. Il s'agit du recours aux drogues inotropes, le saignement et les arythmies atriales [16].

De façon générale, une ventilation postopératoire de longue durée paraît beaucoup plus liée aux complications per et postopératoire qu'au statut préopératoire des patients [31].

Si dans notre étude, l'hypothermie, les troubles gazométriques, et le BCPIA sont identifiés comme prédictifs, les résultats des études restent divergents. La principale source de divergence porte sur la définition du délai de référence variant d'une étude à une autre entre 03 heures et 48 heures d'une étude à l'autre. La

morbidity propre du BCPIA pourrait faire l'objet d'une étude ultérieure.

CONCLUSION

Dans notre étude, le délai d'extubation était plus long chez les patients d'âge avancé, à faible tolérance à l'effort ou avec une dysfonction ventriculaire, et chez qui les durées de CEC et de clampage aortique étaient plus longues. En analyse multivariée, seuls les anomalies gazométriques, l'hypothermie et le ballon de contre-pulsion intra aortique étaient retenus comme prédictifs d'une extubation différée. Une étude de plus grande échelle est nécessaire pour évaluer le risque relatif de l'âge et du ballon de contre-pulsion intra aortique dans les suites postopératoires.

RÉFÉRENCES

- Hirschi M, Meistelman C, Longrois D. Anesthésie en chirurgie cardiaque en l'an 2000 : place des nouvelles techniques et de l'extubation trachéale précoce. Conférences d'actualisation SFAR. Paris, Elsevier 2000: 215-234.
- Keresztes PA, Kuruzar L. Very early extubation: extubating in the OR following coronary artery bypass. *Dimens Crit Care Nurs.* 1996; 15(4):198-204.
- Prakash O, Jonson B, Meij S, Bos E, Hugenholtz PG, Nauta J, Hekman W. Criteria for early extubation after intracardiac surgery in adults. *Anesth Analg.* 1977;56(5):703-708.
- Fraunda S, Behnke H, Boeninga A, Cremera J. Immediate postoperative extubation after minimally invasive direct coronary artery surgery. *Interactive Cardiovasc and Thorac Surg* 1:41-45.
- http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Habit%20RH%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=8823107 Zacharias A, Engoren M. Determinants of prolonged mechanical ventilation after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 1996; 62(4):1164-71
- 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(3):755-764.
- Hawkes CA, Dhileepan S, Foxcroft DR. Early extubation for adult cardiac surgical patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2003, Issue 4. Art. No.: CD003587.
- Dammann JF, Thung N, Christ L, Littlefield JB, Muller WH. The management of the severely ill patient after open-heart surgery. *Survey of Anesthesiology.* 1963; 7(4): 402-403
- Royse CF, Royse AG, Soeding PF. Routine immediate extubation after cardiac operation. *Ann Thorac Surg.* 1999 ;68(4):1326-1329
- Canto-Pastor M, Sanchez MJ, Casas MA, Mateu J, Bataller ML. Thoracic epidural analgesia in coronary artery bypass graft surgery: seven years' experience. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anaesthesia* 2003;17(2):154-159
- 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(5):1544-7
- Reyes A, Vega G, Blancas R, Morató B, Moreno JL et al. Early vs Conventional extubation after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *Chest.* 1997;112(1):193-201.
- Dumas A, Dupuis GH, Searle N, Cartier R. Early versus late extubation after coronary artery bypass grafting : effects on cognitive function. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 1999 ; 13(2) :130-135
- Gall SA, Olsen CO, Reves JG, McIntyre RW, Tyson GS, et al. Beneficial effects of endotracheal extubation on ventricular performance. Implications for early extubation after cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1988;95(5): 819-827.
- Cheng DCH. Fast track cardiac surgery pathways: Early extubation, process of care, and cost containment. *Anesthesiology* 1998; 88(6):1429-33
- Wong DT, Cheng DCH, Kustra R, Tibshirani R, Karski J, Carroll-Munro J, et al. Risk factors of delayed extubation, prolonged length of stay in the intensive care unit, and mortality in patients undergoing coronary artery bypass graft with fast-track cardiac anesthesia. *Anesthesiology* 1999; 91(4):936-944.
- Walthall H, Robson D, Ray S. Do any preoperative variables have an effect on the timing of tracheal extubation after coronary artery bypass graft surgery? *Heart & Lung.* 2001; 30(3): 216-224.
- Marcucci C, Chassot PG. Circulation extracorporelle en chirurgie cardiovasculaire http://www.precidanesthesiecardiaque.ch/Chapitre7/Machinet_circuiscemgen.html Consulté le 10 avril 2018.
- Slinger P. Perioperative lung injury. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2008;22(1):177-191.
- Sniecinski RM, Levy JH. The Inflammatory Response to Cardiopulmonary Bypass. In: Mongero LB, Beck Jr (eds). *On Bypass. Advanced perfusion techniques.* Totowa (NJ, USA): Humana Press 2010; 15 p.
- Rashid A, Sattar KA, Dar MI, Khan AB. Analyzing the outcome of early versus prolonged extubation following cardiac surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;14(4):218-223.
- London MJ, Shroyer AL, Coll J, MaWhinney S, Fullerton D, Hammermeister KE, Grover FL. Early extubation following cardiac surgery in a veterans population. *Anesthesiology* 1998; 88(6):1447-1458.
- Kramer AA, Zimmerman JE. Predicting outcomes for cardiac surgery patients after intensive care unit admission. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2008;12(3):175-183
- Shahbazi Sh, Kazerooni M. Predictive Factors for Delayed Extubation in Intensive Care Unit After Coronary Artery Bypass Grafting Surgeries; A Southern Iranian Experience. *Iran J Med Sci.* 2012; 37(4):238-241.
- Ettema AP, Peelen LM, Schuurmans MJ, Nierich AP, Kalkman CJ, Moons KG. Prediction models for prolonged intensive care unit stay after cardiac surgery: systematic review and validation study. *Circulation.* 2010;122(7):682-689.
- Esteve F, Lopez-Delgado JC, Javierre C, Skaltsa K, Carrio ML et al. Evaluation of the PaO₂/FiO₂ ratio after cardiac surgery as a predictor of outcome during hospital stay. *BMC Anesthesiol.* 2014;14:83.
- Bando K, Sun K, Binford RS, Sharp TG. Determinants of Longer Duration of Endotracheal Intubation After Adult Cardiac Operations. *Ann Thorac Surg* 1997;63(4):1026-1033.
- Piotto RF, Ferreira FB, Colósimo FC, Silva GS, Sousa AG, Braile DM. Independent predictors of prolonged mechanical ventilation after coronary artery bypass surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2012;27(4):520-528.
- Légaré JF, Hirsch GM, Buth KJ, MacDougall C, Sullivan JA. Preoperative prediction of prolonged mechanical ventilation following coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2001; 20(5):930-936.
- Cislaghi F, Condemi AM, Corona A. Predictors of prolonged mechanical ventilation in a cohort of 3,269 CABG patients. *Minerva Anestesiol.* 2007; 73(12):615-621.
- Suematsu Y, Sato H, Ohtsuka T, Kotsuka Y, Araki S, Takamoto S. Predictive risk factors for delayed extubation in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Heart Vessels.* 2000;15(5):214-220.