



**HAL**  
open science

## **Pourquoi le patient obèse morbide est-il un patient à risque anesthésique élevé ?**

Audrey de Jong, Daniel Verzilli, Marie Geniez, Gerald Chanques, David Nocca, Samir Jaber

### ► **To cite this version:**

Audrey de Jong, Daniel Verzilli, Marie Geniez, Gerald Chanques, David Nocca, et al.. Pourquoi le patient obèse morbide est-il un patient à risque anesthésique élevé ?. La Presse Médicale, 2018, 47 (5), pp.453-463. 10.1016/j.lpm.2018.01.016 . hal-01790563

**HAL Id: hal-01790563**

**<https://hal.umontpellier.fr/hal-01790563>**

Submitted on 22 Jan 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Pourquoi le patient obèse morbide est-il un patient à risque anesthésique élevé ?

Audrey De Jong<sup>a</sup>, Daniel Verzilli<sup>a</sup>, Marie Geniez<sup>a</sup>, Gérald Chanques<sup>a</sup>, David Nocca<sup>b</sup>, Samir Jaber<sup>a</sup>

- a. CHU de Montpellier, hôpital Saint-Éloi, département d'anesthésie-réanimation « B », 80, avenue Augustin-Fliche, 34295 Montpellier cedex, France
- b. CHU Montpellier, département de chirurgie digestive, hôpital St-Eloi, 80, avenue Augustin-Fliche, 34000 Montpellier, France

## Correspondance :

**Audrey De Jong**, CHU de Montpellier, hôpital Saint-Éloi, département d'anesthésie-réanimation « B », 80, avenue Augustin-Fliche, 34295 Montpellier cedex, France.  
[a-de\\_jong@chu-montpellier.fr](mailto:a-de_jong@chu-montpellier.fr)

## ■ Points essentiels

L'association d'un syndrome d'apnées du sommeil (SAS) à une obésité morbide est très fréquente, et induit un risque élevé de complications per- et postopératoires. Le dépistage préopératoire du SAS est crucial, ainsi que sa prise en charge spécifique : utilisation d'une pression positive continue pré-, per- et postopératoire.

Le patient obèse est à risque de complications respiratoires périopératoires qui regroupent essentiellement l'accès difficile aux voies aériennes (intubation, ventilation difficile voire impossible), et les détresses respiratoires postextubation secondaires à la formation d'atélectasies ou à l'obstruction des voies aériennes, parfois associées à l'utilisation de dérivés morphiniques.

Pour prévenir ces complications respiratoires périopératoires, sont conseillés : la mise en place de protocoles de ventilation au masque et d'intubation difficile ainsi que le recours à la ventilation protectrice, avec une épargne morphinique et un positionnement semi-assis tout au long de la prise en charge, associés à un monitoring rapproché en postopératoire.

Le patient obèse présente également un risque cardiovasculaire augmenté. Un dépistage des complications cardiovasculaires préexistantes avec un traitement approprié en préopératoire, associé à une optimisation hémodynamique per- et postopératoire et à un monitoring rapproché permettent de limiter ce risque.

Du fait d'une pharmacocinétique et d'une pharmacodynamie mal connue chez le patient obèse morbide, la titration des drogues anesthésiques est fondamentale, associée à un monitoring de la profondeur d'anesthésie surtout chez les patients curarisés chez qui un monitoring du bloc neuromusculaire est indispensable.

La maladie thromboembolique étant d'incidence augmentée chez le patient obèse, une prophylaxie appropriée contre la maladie veineuse thromboembolique après évaluation du rapport bénéfice-risque et une mobilisation précoce sont recommandées.

## ■ Key points

### Why is the morbidly obese patient at high risk of anesthetic complications?

*Obesity is often associated with obstructive sleep apnea (OSA), which increases the risk of intraoperative and postoperative complications. The role of preoperative screening of OSA is crucial, with adequate management based on continuous positive pressure before, during and after surgery.*

*The obese patient is at risk of postoperative complications: difficult airway management, acute respiratory failure following extubation due to atelectasis and airway obstruction, added to morphine overdosing.*

*Optimal management of difficult mask ventilation and intubation, protective ventilation, combined to the reduction of sedatives and analgesics and the sitting position as soon as possible with a postoperative monitoring should decrease the occurrence of complications.*

*Cardiovascular risk is also increased in the obese patient. Preoperative screening of cardiovascular complications with appropriate therapy, combined to per- and postoperative hemodynamic optimization with a close monitoring allow to limit the cardiovascular risk.*

*Drug dosing titration is fundamental due to unknown pharmacokinetic and pharmacodynamics properties in obese patients. Neuromuscular monitoring should always be used whenever neuromuscular blocking drugs are used, as depth of anaesthesia monitoring, especially when total intravenous anaesthesia is used in conjunction with neuromuscular blocking drugs.*

*Appropriate prophylaxis against venous thromboembolism (VTE) after assessment of risk benefit ratio and early mobilisation are recommended since the incidence of venous thromboembolism is increased in the obese.*

## Introduction

Durant les dernières 30 années, il y a eu une augmentation importante des taux d'obésité à travers le monde. L'Organisation mondiale de la santé définit l'obésité comme un excès de graisse corporelle qui a des conséquences indésirables sur la santé et le bien-être. L'indice de masse corporelle (IMC) est utilisé en pratique clinique pour estimer le degré d'obésité : l'obésité est définie comme un  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ . L'obésité morbide, définie comme un  $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$ , peut aussi être classifiée en super obésité ( $IMC \geq 50 \text{ kg/m}^2$ ) et super super obésité ( $IMC \geq 60 \text{ kg/m}^2$ ).

L'obésité est associée à de nombreuses comorbidités, et notamment un facteur de risque majeur du syndrome d'apnées du sommeil (SAS), 30 à 70 % des patients obèses étant apnéiques [1]. De plus, l'augmentation de pression intra-abdominale est responsable de modifications de la mécanique respiratoire et d'une réduction prononcée des volumes pulmonaires, particulièrement de la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF), ce qui prédispose les patients obèses à la formation d'atélectasies [2]. Les patients obèses sont donc exposés à un risque accru de complications respiratoires, parmi lesquelles le syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) [3].

Toute chirurgie dans la population de patients obèses est à haut risque [4]. La gestion des voies aériennes s'avère difficile, avec un rôle significatif de l'obésité dans les plaintes liées à la prise en charge des voies aériennes lors de l'induction anesthésique

aux États-Unis. L'utilisation de médicaments analgésiques et sédatifs dans la période postopératoire immédiate contribue à majorer le risque de dépression respiratoire chez ces patients souvent atteints de SAS. Pourtant, la chirurgie bariatrique est de plus en plus pratiquée, étant la thérapeutique la plus efficace pour la perte de poids, devant les mesures hygiéno-diététiques et les traitements pharmacologiques [4].

L'objectif de cette mise au point est de présenter les risques périopératoires des patients obèses lors de la chirurgie bariatrique afin de leur proposer une prise en charge optimisée, visant à diminuer les complications périopératoires.

## Particularités physiopathologiques du patient obèse

### Sur le plan respiratoire

Chez les patients obèses, avant toute anesthésie, la capacité pulmonaire totale, la capacité vitale et la CRF sont diminuées. De plus, la pression intra-abdominale est majorée, ce qui favorise la formation d'atélectasies [5]. La consommation d'oxygène et le travail respiratoire sont augmentés.

Lors de l'anesthésie, chez tout patient, la compliance pulmonaire diminue, essentiellement suite à la diminution de la CRF. La CRF est donc dramatiquement diminuée chez le patient obèse anesthésié, provoquant la survenue d'atélectasies de façon quasi systématique. L'anesthésiste est donc confronté à une augmentation de la pression transpulmonaire (différence entre

la pression alvéolaire et la pression pleurale), du fait d'une réduction du parenchyme pulmonaire disponible. Cette pression transpulmonaire doit être différenciée de la pression transthoracique (différence entre la pression pleurale et la pression atmosphérique, due à la compression de la cage thoracique par l'abdomen). L'élévation des pressions, qu'elles soient transpulmonaires ou transthoraciques, entraîne une augmentation des pressions de ventilation.

Chez les patients obèses présentant un SAS associé, il existe une majoration du SAS en périopératoire, favorisée par de nombreux facteurs, incluant les analgésiques ou anesthésiques opiacés, et la privation ou la fragmentation du sommeil.

### Sur le plan cardiovasculaire

En plus de l'augmentation de la précharge (volume sanguin circulant) et de la post-charge, le débit cardiaque augmente avec l'augmentation du poids (20 à 30 mL/kg de graisse en excès) à cause d'une dilatation ventriculaire et d'une augmentation du volume d'éjection. Cela résulte en une augmentation du stress sur la paroi du ventriculaire gauche conduisant à une hypertrophie, une compliance réduite, et une altération du remplissage ventriculaire gauche (dysfonction diastolique) avec des pressions diastoliques ventriculaires gauches élevées, pouvant aboutir à un œdème pulmonaire. Une hypertension artérielle est donc fréquemment associée à l'obésité, d'autant plus qu'il existe un SAS associé. L'incidence des troubles du rythme cardiaque, secondaires à une dysfonction du nœud sino-atrial et à une infiltration de graisse du système de conduction, est augmentée. Cela entraîne un risque plus important de fibrillation atriale, avec une augmentation marquée du risque de mort subite. L'incidence du QT long est également augmentée avec l'augmentation de l'IMC.

Les maladies cardiaques ischémiques et la défaillance cardiaque sont ainsi plus fréquentes dans la population obèse.

De plus, l'obésité est un état prothrombotique associé à une morbidité et une mortalité augmentée suite à des maladies thrombotiques comme l'infarctus du myocarde, l'accident vasculaire cérébral et la maladie veineuse thromboembolique. L'incidence postopératoire de thrombose veineuse est dix fois supérieure chez les femmes obèses que chez les femmes non obèses [6]. Un antécédent de thrombose veineuse est un facteur de risque indépendant pour les patients qui ont une chirurgie gastrique de type bypass [7].

### Sur le plan endocrinien et métabolique

La distribution de la graisse présente son importance chez le patient obèse. Au contraire de la graisse périphérique, la graisse intra-abdominale est très active métaboliquement et connue pour contribuer à de nombreuses maladies. Les patients avec une graisse à distribution centrale ou « androïde » sont à plus haut risque périopératoire que ceux avec une graisse périphérique ou « gynoïde », et à risque plus élevé de syndrome métabolique : obésité centrale, hypertension artérielle,

résistance à l'insuline et hypercholestérolémie. L'obésité centrale peut être définie comme un tour de taille supérieur à 88 cm chez la femme et 102 cm chez l'homme, ou comme un ratio tour de taille sur taille supérieur à 0,55.

Le diabète est fortement associé avec une augmentation de la résistance à l'insuline. Un mauvais contrôle glycémique dans la période périopératoire est associé avec une augmentation de la morbidité, et un bon contrôle glycémique est recommandé. La chirurgie gastrique de type bypass entraîne une réponse unique neurohumorale, avec une réduction rapide et importante des besoins en insuline, commençant immédiatement après la chirurgie. Chez ce type de patients, une réintroduction prudente des médicaments antidiabétiques et un contrôle fréquent de la glycémie sont essentiels.

## Gestion du risque anesthésique en préopératoire

### Dépistage et traitement des complications respiratoires

#### *Syndrome d'apnées du sommeil*

L'évaluation préopératoire d'un patient avec identification potentielle d'un SAS inclut une recherche des antécédents, un interrogatoire du patient et de la famille, et l'examen clinique. Les comorbidités associées à une augmentation de l'incidence du SAS doivent être recherchées. On peut citer l'hypertension artérielle, les antécédents d'accident vasculaire cérébral, d'infarctus du myocarde, de diabète ou de dysmorphie faciale. Toute complication apparue lors d'une précédente intervention doit également être recherchée, telle une intubation difficile, faisant suspecter un SAS. L'existence de ronflements, d'épisodes d'apnées nocturnes, de réveils fréquents pendant le sommeil (par exemple, vocalisation, changements de position, mouvements des extrémités), maux de tête matinaux et somnolence diurne évoqueront un SAS. Le score d'Epworth [8] permet d'évaluer la propension à s'assoupir dans 8 situations différentes de la vie quotidienne. Le score global va de 0 à 24, chaque situation étant cotée de 0 à 3. Un score supérieur ou égal à 15 signes une somnolence diurne excessive. Le score STOP-BANG [9] est de plus en plus utilisé (*tableau 1*) et validé chez le patient obèse [9]. L'examen physique inclut l'évaluation de la circonférence du cou, des caractéristiques nasopharyngées, de la taille des amygdales et du volume de la langue.

Le diagnostic paraclinique se fait par polysomnographie, examen de référence, ou polygraphie respiratoire. La polygraphie respiratoire permet la confirmation du diagnostic du SAS chez les patients présentant une probabilité clinique modérée à élevée de cette maladie, sans comorbidité ou autres troubles du sommeil associés.

Le SAS est défini par l'association d'une somnolence diurne et de critères polysomnographiques (indice d'apnées-hypopnées

TABLEAU I  
Score STOP-BANG

S	Snoring (ronflement)
T	Tired (fatigue)
O	Observed apnea (apnée observée)
P	Pressure (hypertension artérielle traitée ou non)
B	Body mass index (indice de masse corporelle) > 35 kg/m <sup>2</sup>
A	Âge > 50 ans
N	Neck circumference (circonférence du cou) > 40 cm
G	Gender male (sexe masculin)

STOP-BANG (un point par item) : diagnostic clinique de syndrome d'apnées du sommeil si  $\geq 3$ .

(IAH)  $\geq 5$ ). La sévérité du SAS dépend des symptômes cliniques et de l'IAH :

- la sévérité de la somnolence diurne entraînant des répercussions dans les activités de la vie sociales ou professionnelles : légère (peu de répercussions), modérée (répercussion modérée), sévère (importantes perturbations) ;
- un IAH entre 5 et 15 définit un SAS léger, entre 15 et 30 un SAS modéré et  $\geq 30$  un SAS sévère.

Les différentes indications de traitement du SAS sont établies par la Haute Autorité de santé (HAS). Un appareillage nocturne par pression positive continue (PPC) est indiqué chez les patients ayant un SAS sévère (IAH supérieur à 30 événements obstructifs par heure). Pour les valeurs d'IAH inférieures, un appareillage nocturne par PPC serait indiqué en cas de comorbidité cardiovasculaire grave. La PPC est proposée en première intention dans ces indications. Afin de diminuer la somnolence diurne, un traitement peut être également proposé aux patients ayant un SAS avec un IAH inférieur à 30 et sans comorbidité cardiovasculaire grave associée. Les orthèses d'avancée mandibulaire (OAM) sont recommandées en première intention dans cette indication.

Les benzodiazépines et les morphiniques en prémédication sont contre-indiqués.

Une information du patient, de sa famille et du chirurgien des implications potentielles du SAS sur la prise en charge du patient en périopératoire est indispensable.

### Syndrome obésité hypoventilation

Le syndrome obésité-hypoventilation est défini par l'existence :

- d'une hypoventilation alvéolaire chronique PaCO<sub>2</sub> > 45 mm Hg (PaO<sub>2</sub> < 70 mm Hg) ;
- d'une obésité (IMC > 30 kg/m<sup>2</sup>) ;
- l'absence d'affection respiratoire associée ;
- indépendamment de l'association ou non avec un SAS.

Les explorations fonctionnelles respiratoires, les gaz du sang et la polysomnographie montrent un trouble restrictif modéré, une hypercapnie et une hypoxémie diurne, une majoration de l'hypoventilation au cours du sommeil et un SAS associé très fréquent. L'association d'un syndrome obésité hypoventilation au SAS aggrave le pronostic vital.

En cas de SAS associé et d'hypercapnie modérée entre 45 et 55 mm Hg, un appareillage par PPC sera proposé en première intention, suivi d'un appareillage par VNI en cas d'échec, permettant une ventilation à 2 niveaux de pression afin de lutter contre l'hypoventilation alvéolaire. En cas d'antécédent de décompensation respiratoire à type d'insuffisance respiratoire aiguë hypercapnique, d'hypercapnie supérieure à 55 mm Hg et/ou en l'absence de SAS associé, un appareillage par VNI sera proposé.

### Bronchopneumopathie chronique obstructive et asthme

Obésité et bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) sont souvent associés. L'asthme est également plus fréquent chez les patients obèses. L'« *overlap syndrome* » est défini par l'association d'une BPCO et d'un SAS. Une hypoxémie nocturne, une hypercapnie diurne et une hypertension artérielle pulmonaire complètent souvent le tableau. Les patients souffrant de ce syndrome sont certainement les plus exposés aux complications respiratoires périopératoires.

### Dépistage et traitement des complications cardiovasculaires

Les patients obèses morbides ont souvent une mobilité très limitée et peuvent être asymptomatiques même quand ils ont une maladie cardiovasculaire. L'examen physique est également difficile. L'association à un SAS doit d'autant plus faire rechercher des complications cardiovasculaires.

Un œdème des extrémités inférieures est commun mais pourrait indiquer dans certains cas des pressions ventriculaires droites élevées. Chez le patient obèse, un bloc de branche gauche à l'électrocardiogramme n'est pas habituel chez des patients sans antécédents connus et pourrait être un marqueur de maladie coronarienne. Les patients obèses doivent être évalués de la même façon que les autres patients. Les composantes du syndrome métabolique devront être recherchées car elles sont fortement associées à la morbidité cardiaque. Bien que les patients ayant une cardiomyopathie (i.e., diabétique ou obésité) ou une ischémie myocardique chronique devraient être dépistés et optimisés préalablement à la chirurgie à cause du risque de défaillance cardiaque, beaucoup de patients n'auront pas besoin d'épreuve d'effort à moins que les symptômes, les signes fonctionnels ou l'analyse des facteurs de risque indiquent la nécessité d'un test d'effort suite à l'électrocardiogramme. La nécessité d'explorations cardiaques complémentaires peut ainsi être basée sur : le degré de tolérance à l'exercice, la présence de comorbidités additionnelles, et l'anticipation du site et de l'extension de la chirurgie. Une épreuve d'effort peut être

prescrite pour prédire les patients à haut risque de complications postopératoires et d'augmentation de la durée de séjour. L'équipement standard pour l'épreuve d'effort n'est parfois pas suffisant et des vélos adaptés sont disponibles pour les patients les plus lourds.

### **Dépistage et traitement des complications thromboemboliques**

L'incidence augmentée des complications thromboemboliques doit être prévenue dès la prise en charge préopératoire, avec prescription systématique de bas de contention adaptés au patient obèse, voire de bas de compressions intermittentes qui seront mis en place la veille ou le jour de l'opération. Certaines équipes débutent la prophylaxie thromboembolique la veille de l'intervention, avec une injection d'héparine à bas poids moléculaire (HBPM).

### **Dépistage et traitement des complications endocriniennes**

Un dépistage des anomalies métaboliques et nutritionnelles doit être réalisé chez les patients programmés pour une chirurgie bariatrique. La prévalence élevée de la résistance à l'insuline et du diabète chez les patients obèses justifie la réalisation systématique d'une glycémie à jeun en préopératoire, et la correction d'anomalies éventuelles. L'évaluation préopératoire doit inclure l'évaluation des médicaments anti-diabétiques, leur dernière prise en préopératoire, et les valeurs habituelles de glycémie pour chaque patient. L'équilibre ionique devrait être vérifié avant la chirurgie, particulièrement chez les patients peu compliants ou chez les patients présentant une pathologie aiguë. Les déficits vitaminiques et nutritionnels peuvent conduire à une polyneuropathie postopératoire, connue comme la neuropathie aiguë post-réduction gastrique, une maladie nutritionnelle de système caractérisée par des vomissements postopératoires, une diminution des réflexes et une faiblesse musculaire. Une attention particulière au dosage et au monitoring des curares est recommandée en cas de suspicion ou de diagnostic de neuropathie. Un déficit chronique en vitamine K peut entraîner des anomalies de la coagulation, rendant nécessaire l'administration de vitamine K ou de plasma frais congelé.

### **Dépistage et traitement des complications gastro-intestinales**

La fréquence du reflux gastro-œsophagien est fortement corrélée à l'augmentation de l'IMC [10]. Les hernies hiatales sont plus fréquentes chez les patients obèses comparativement aux patients non obèses. L'obésité est également associée à une augmentation de la pression intra-abdominale et des volumes gastriques.

Les patients ayant des anneaux ajustables présentent des particularités. En effet, ces patients sont à haut risque d'inhalation pulmonaire pendant l'anesthésie générale à cause d'un trouble de la motilité œsophagienne et d'une dilatation au-dessus de

l'anneau. La dilatation peut persister même après avoir desserré l'anneau. Il y a des cas cliniques de régurgitation de nourriture même après un jeûne prolongé et une intubation trachéale est recommandée chez tous les patients qui ont un anneau gastrique. L'attitude actuelle est de ne pas desserrer l'anneau avant chirurgie, mais cette décision peut être prise de façon individuelle après évaluation du rapport bénéfices-risques et discussion avec l'équipe de chirurgie bariatrique. Tous les patients présentant un anneau gastrique qui ont un accès soudain de dysphagie ou de douleur abdominale épigastrique devraient être considérés comme ayant un glissement de l'anneau jusqu'à preuve du contraire. C'est une urgence chirurgicale qui devrait être traitée par le desserrement immédiat de l'anneau et avis chirurgical immédiat. Un retard au desserrement de l'anneau peut entraîner une ischémie gastrique et une perforation gastrique.

### **Choix du type de prise en charge : en ambulatoire ou en hospitalisation**

En cas de chirurgie bariatrique, du fait du risque de saignement postopératoire, il semble prudent de ne pas effectuer de chirurgie ambulatoire. Cependant, une sortie le lendemain dans un contexte de réhabilitation améliorée après chirurgie bariatrique est envisageable dans une équipe entraînée. Même en cas de SAS associé ou de syndrome obésité hypoventilation, ces patients pourraient être éligibles pour de la réhabilitation améliorée après chirurgie si les comorbidités sont optimisées et que le contrôle postopératoire de la douleur est facilement obtenu sans nécessité de médicaments morphiniques. Une hospitalisation à domicile est également envisageable.

### **Préparation préopératoire**

Tous les patients devraient avoir leur taille et poids enregistrés et l'IMC calculé, dans la consultation de pré-anesthésie et le dossier médical. Un régime particulier doit être initié pour réduire la taille du foie et permettre un accès plus facile à l'estomac. Deux à six semaines de préparation diététique intense préopératoire peuvent améliorer la fonction respiratoire et faciliter la chirurgie laparoscopique. Une discussion préopératoire peut inciter à l'arrêt du tabac, clarifier l'importance de la thromboprophylaxie et de la mobilisation précoce, et prévoir la prise en charge médicamenteuse avant admission ainsi que la nécessité d'amener leur propre machine de ventilation à domicile pour SAS à l'hôpital.

### **Gestion du risque anesthésique en peropératoire**

Le *tableau II* présente les principales complications périopératoires chez les patients admis pour chirurgie bariatrique et les moyens de les prévenir.

### **Préparation**

La préparation doit inclure la mise en place d'un accès veineux adéquat. Un accès veineux central peut être nécessaire si l'accès

TABLEAU II

**Prévention des complications périopératoires chez le patient obèse**

Complications	Prévention
<b>Respiratoires</b>	
Ventilation au masque difficile	Anesthésie locorégionale si possible
Intubation difficile	Intubation en séquence rapide si RGO sévère
Atélectasies per- et postopératoires	VNI en préoxygénation PEP et manœuvres de recrutement alvéolaire (soupir) en per-anesthésique VNI au besoin en postopératoire (prophylactique) Mobilisation précoce Kinésithérapie respiratoire active
<b>Cardiovasculaires</b>	
Veines périphériques inaccessibles	Cathétérisme veineux central, échographie ++
Difficulté de monitoring standard	Monitoring invasif au besoin
Cardiopathie associée, HTAP	Monitoring spécifique, cathétérisme pulmonaire droit, échographie trans-œsophagienne...
Répercussion cardio-pulmonaire du remplissage vasculaire	Restriction hydrique, calcul des apports en fonction du poids idéal
<b>Liées aux drogues anesthésiques</b>	
Action prolongée des drogues anesthésiques intraveineuses, volatiles ou des morphiniques	Anesthésie équilibrée Morphinique à durée d'action rapide
Curarisation résiduelle	Curare administré sur la base du poids idéal
<b>Du pneumopéritoine</b>	
Répercussion cardio-respiratoire	Pression intra-péritonéale < 15 mmHg
Dysfonction rénale périopératoire	Pas de remplissage vasculaire excessif
<b>Position, neuropathie</b>	
	Matériel adéquat Vérification des points d'appui après mobilisation Formation de l'équipe soignante
<b>Risque thromboembolique</b>	
	Moyens mécaniques (bas de contention, compression intermittente ++) Anticoagulation prophylactique Mobilisation postopératoire précoce
<b>Analgésie postopératoire</b>	
Dépression respiratoire aux morphiniques	Monitoring continu, EVA ++ Pas de débit continu si ACP Analgésiques non morphiniques Protocoles standardisés

RGO : Reflux gastro-œsophagien ; VNI : ventilation non invasive ; PEP : pression expiratoire positive ; EVA : échelle visuelle analogique ; ACP : analgésie contrôlée par le patient.

périphérique est impossible ou de mauvaise qualité. La surveillance de la pression artérielle peut être particulièrement problématique chez ces patients. Si le brassard à tension est trop petit, la tension artérielle pourrait être surestimée. L'avant-bras peut être utilisé si le bras est trop large ou de forme cylindrique. Dans certains cas, un cathéter artériel peut être nécessaire, et permettra également la surveillance rapprochée des gazométries artérielles.

La limite de poids pour les tables d'opération doit être vérifiée avant toute chirurgie bariatrique, et des tables adaptées installées. Une fois sur la table d'opération, le patient devra être bien maintenu et du personnel supplémentaire sera souvent

nécessaire pour les transferts. Une prémédication anti-acide est conseillée avant l'intervention. Les patients portant une barbe devraient idéalement se raser devant les risques de ventilation difficile.

### Choix de la technique d'anesthésie

Pour l'induction de l'anesthésie générale, l'utilisation de médicaments facilement réversibles, d'action rapide et de levée d'action rapide, sont les agents de choix chez les patients obèses. Les fasciculations associées au suxaméthonium augmentent la consommation d'oxygène et ont montré une réduction du temps d'apnée sans désaturation [11]. Depuis la mise sur

Le marché du suggamadex, antidote du rocuronium, celui-ci peut être considéré comme une alternative au suxaméthonium en cas de nécessité d'induction à séquence rapide et donc de curarisation rapide afin d'éviter la ventilation au masque. En cas de décision d'utilisation du rocuronium, la dose de suggamadex à utiliser pour antagoniser le rocuronium en urgence devrait être anticipée et immédiatement disponible pour préparation si requise. Le poids idéal théorique devrait être utilisé pour définir la taille des sondes d'intubation et pour calculer le volume courant pendant la ventilation contrôlée. Le diamètre trachéal se réduit légèrement avec l'augmentation de l'IMC [12]. L'accès intraveineux est souvent difficile chez le patient obèse, l'échographie peut aider à localiser les veines périphériques. L'accès veineux central pourra être utilisé en cas d'indication spécifique ou d'impossibilité de cathétérisme veineux périphérique.

Pour l'entretien de l'anesthésie, des agents anesthésiques d'action courte doivent être utilisés. De plus, la profondeur d'anesthésie devrait être monitorée pour limiter les doses d'anesthésiques, ainsi que la profondeur du bloc neuromusculaire pour maintenir un niveau compatible avec la chirurgie et pour assurer la réversion complète du bloc avant le réveil du patient. Le maintien de l'anesthésie par propofol ou agents halogénés doit être initié précocement après l'induction du fait de l'augmentation du risque de réveil per-anesthésique chez le patient obèse [13].

Du fait du risque de collapsus des voies aériennes et de la privation de sommeil, les patients obèses sont très sensibles aux effets dépresseurs respiratoires des sédatifs, opioïdes et anesthésiques inhalés, ce qui doit être pris en compte dans la sélection des drogues peropératoires. Les benzodiazépines sont particulièrement à éviter chez ces patients, même en prémédication, du fait de leur demi-vie longue.

Il y a peu de données pharmacologiques sur les médicaments anesthésiques utilisés en routine chez le patient obèse. Pour beaucoup d'agents anesthésiques, la dose au poids total est rarement appropriée et augmente le risque de surdosage. Ainsi, la titration doit souvent être utilisée pour obtenir la réponse souhaitée, comme la perte du réflexe oculaire, la réponse au neurostimulateur ou le soulagement de la douleur.

Les patients obèses sont particulièrement à risque de mémorisation peropératoire. La moitié des accidents de mémorisation surviennent durant l'induction de l'anesthésie et des curares sont utilisés dans 93 % des cas [13]. Chez le patient obèse, après un bolus d'induction anesthésique, l'anesthésie survient avant la redistribution du compartiment central, et la dose d'induction requise pour produire la perte de conscience est corrélée avec le poids idéal théorique. Cependant, une redistribution plus rapide des agents d'induction dans une plus large masse graisseuse signifie que le patient obèse se réveille plus rapidement que le patient non obèse après une dose unique en bolus. L'utilisation d'une dose basée sur le poids total durera plus longtemps que celle calculée en utilisant le poids idéal théorique ou le poids

ajusté mais générera plus d'hypotension artérielle. La mise en place rapide de la maintenance d'anesthésie est donc fondamentale chez les patients obèses. Le penthotal est associé à plus de risque de mémorisation peropératoire que le propofol. Les médicaments hydrophiles comme les curares sont distribués principalement dans le compartiment central et le poids idéal théorique est le poids de référence. Cependant, du fait d'une augmentation de l'activité cholinestérasique plasmatique, le poids total est approprié pour le suxaméthonium. Les doses de néostigmine et de suggamadex sont liées au temps et à la dose totale de curares injectés et doivent être titrées sur l'efficacité. Pour les morphiniques, l'effet clinique est peu lié à la concentration plasmatique. La dose utilisant le poids idéal théorique est donc un point de départ jusqu'à ce que le patient soit réveillé et que la titration de l'effet soit possible. Pour les AIVOC de propofol, le modèle de Marsh et Schneider n'est plus fiable pour les patients de plus de 140-150 kg. C'est pourquoi les pompes ne permettent pas d'entrer des poids > 150 kg en utilisant le modèle de Marsh, ou un IMC > 35 kg/m<sup>2</sup> (femme) et 42 kg/m<sup>2</sup> (homme) en utilisant le modèle de Schneider. Pour diminuer le risque de mémorisation peropératoire, le monitoring de la profondeur d'anesthésie est fortement recommandé. Une optimisation hémodynamique comprenant un remplissage prudent et monitoré est essentielle tout au long de l'intervention.

### Gestion des voies aériennes

Le SAS et l'obésité, et a fortiori l'association des deux, sont des facteurs de risque d'intubation difficile et de ventilation au masque difficile [2]. Toute intubation chez un patient obèse avec SAS doit donc être considérée comme difficile, et une préparation adéquate suivant un algorithme d'intubation difficile réalisée. Une étude récente de notre groupe a montré une augmentation de l'incidence de l'intubation difficile chez les patients obèses [2]. De plus, dans cette même étude, un score de Mallampati élevé, une réduction de la mobilité cervicale et la présence d'un SAS ont été associés à une intubation difficile chez les patients obèses, suggérant l'implication potentielle de facteurs anatomiques spécifiques parmi les patients obèses prédisant l'intubation difficile.

Par conséquent, le risque de survenue d'une ventilation au masque impossible ou difficile à l'induction anesthésique doit toujours être anticipé chez les patients obèses avec SAS.

La préoxygénation en ventilation spontanée au masque facial est suivie d'une désaturation rapide après induction chez les patients obèses malgré l'utilisation d'une FIO<sub>2</sub> élevée (3 minutes en moyenne, parfois moins d'une minute en cas d'obésité très sévère) [1]. Un travail de notre groupe a en outre montré que le volume pulmonaire de fin d'expiration était diminué de 69 % par rapport à la valeur de repos après induction anesthésique en position de décubitus dorsal [14]. Une préoxygénation de 5 minutes en VNI (aide inspiratoire (AI) + pression



expiratoire positive (PEP)) permettait d'obtenir plus rapidement une fraction expirée en oxygène ( $\text{FeO}_2$ ) > 90 % [15]. Dans un autre travail, l'utilisation de la VNI permettait de limiter la diminution de volume pulmonaire et d'améliorer l'oxygénation par rapport à une préoxygénation conventionnelle au masque facial [16]. En cas de SAS surajouté, le maintien d'une pression positive tout au long de la séquence anesthésique permet de limiter le collapsus pharyngé.

Après une préoxygénation longue, en pression positive et en position proclive, l'induction anesthésique doit également être adaptée. L'induction séquence rapide (ISR) consiste en l'administration d'un hypnotique et d'un curare d'action rapide, permettant de ne pas ventiler le patient avant intubation. Chez les patients obèses, le reflux gastro-œsophagien est commun, avec une hypotonie du sphincter inférieur de l'œsophage. Bien que l'inhalation pulmonaire durant l'induction de l'anesthésie soit rare, c'est une cause importante de mortalité liée à l'anesthésie. L'ISR est ainsi souvent recommandée chez les patients obèses. Bien que cette technique d'induction soit appropriée chez les patients obèses avec reflux gastro-œsophagien symptomatique et/ou estomac plein, la balance bénéfique/risques doit cependant être évaluée en l'absence d'autre facteur de risque d'inhalation surajouté. L'intubation éveillée au fibroscope devra être envisagée en cas de risque très élevé d'intubation et de ventilation au masque difficile. L'insertion d'un masque laryngé, idéalement de type fastrach, est fortement recommandée en cas de difficulté de ventilation et/ou d'intubation. Le vidéolaryngoscope est un outil de choix chez les patients obèses permettant une diminution de la difficulté d'intubation [17].

### Réglage des paramètres ventilatoires

Une étude récente de notre groupe a montré que les patients obèses étaient ventilés avec des volumes courants (VT) très importants (> 10 mL/kg) en peropératoire [18]. D'une part, l'utilisation de VT élevés s'accompagne d'une augmentation parfois importante des pressions d'insufflation, au-delà des valeurs favorisant le barotraumatisme (> 35 cm d'eau). D'autre part, l'oxygénation n'est pas améliorée par l'augmentation importante du VT seul. À l'inverse, les atelectasies sont favorisées par l'utilisation de VT trop bas (< 4 mL/kg de PIT [poids idéal théorique]), d'autant plus qu'ils sont utilisés en l'absence de PEP. L'étude IMPROVE [19], étude multicentrique, française, randomisée, en double insu, compare une stratégie « optimisée » de ventilation appelée « ventilation protectrice » (volume courant 6–8 mL/kg de PIT, PEP 6–8 cm H<sub>2</sub>O, manœuvre de recrutement alvéolaire systématiques toutes les 30 minutes) à une stratégie traditionnelle appelée « ventilation non protectrice » (VT 10–12 mL/kg PIT sans PEP ni recrutement alvéolaire) en peropératoire de chirurgie abdominale majeure. La ventilation protectrice a permis de diminuer le taux global de complication de 27,5 à 10,5 % et de réduire de 2 jours la durée

d'hospitalisation. Les patients ayant un  $\text{IMC} \geq 35 \text{ kg/m}^2$  étaient exclus. Les résultats de cette étude semblent néanmoins généralisables chez le patient obèse, même si d'autres études spécifiques à cette population sont nécessaires au bloc opératoire. Chez l'obèse comme chez le non obèse, le VT optimal semble se situer entre 6 et 8 mL/kg de poids idéal théorique (PIT) en y associant une PEP pour éviter les atelectasies par fermeture des alvéoles (dérecrutement). Le réglage du VT doit être guidé par la taille du patient et non par son poids mesuré. La formule de calcul du PIT la plus simple à retenir est la suivante : PIT (en kg) = taille (en cm)–100 chez l'homme et taille (en cm)–110 chez la femme.

La fréquence respiratoire doit être augmentée chez les patients obèses avec SAS. En effet, le patient obèse présente une hyperproduction de CO<sub>2</sub>, secondaire à une majoration de la consommation en oxygène (VO<sub>2</sub>), associée à une augmentation du travail respiratoire [20]. Le réglage de la ventilation pourra donc être guidé par des gaz du sang artériels répétés. La capnographie présente en effet des limites chez ces patients, du fait d'un gradient CO<sub>2</sub> expiré/CO<sub>2</sub> artériel plus important que chez le sujet sain.

Les patients obèses sont plus sensibles aux atelectasies et donc à l'absence de PEP. Les échanges gazeux sont améliorés par l'application d'une PEP, de même que la mécanique respiratoire et le recrutement alvéolaire (diminution des résistances inspiratoires et amélioration de la compliance).

Toutefois, lorsque les alvéoles ont été collabées, l'application isolée d'une PEP ne permet pas de les réouvrir. La PEP permet de s'opposer à la fermeture des alvéoles (dérecrutement), mais ce sont les manœuvres de recrutement qui permettent de les réouvrir (recrutement). Il est donc conseillé d'appliquer dès le début de la ventilation mécanique et durant toute la période de ventilation une PEP d'environ 10 cm H<sub>2</sub>O associée à un VT de 6 à 8 mL/kg de PIT [16]. Des manœuvres de recrutement régulières pourront être ensuite idéalement réalisées [16]. L'effet de ces manœuvres a été mis en évidence chez le patient obèse tant au niveau de l'amélioration de l'oxygénation artérielle que du volume pulmonaire disponible [16]. Des interrogations persistent sur le type de manœuvre de recrutement à préconiser. La méthode de référence est une pause expiratoire avec une PEP de 40 cm H<sub>2</sub>O pendant 40 secondes mais plusieurs variantes ont été décrites [21]. Ces manœuvres de recrutement doivent être réalisées sous réserve d'une bonne tolérance hémodynamique. Quant aux insufflations manuelles, elles ne permettent pas le plus souvent de monitorer les pressions insufflées. Il existe alors un risque d'hyperpression en l'absence de monitoring des voies aériennes, supérieur à celui des manœuvres réalisées par l'intermédiaire du respirateur.

Il faut néanmoins rester prudent et toujours évaluer les effets hémodynamiques de l'application de pressions élevées (PEP élevée et/ou manœuvres de recrutement) : risque de diminution de l'oxygénation artérielle en raison d'un retentissement

sur le débit cardiaque et d'une hypotension par gêne au retour veineux. En cas de présence d'une auto PEP, l'application d'une PEP dépendra de la présence ou non d'une limitation du débit expiratoire par collapsus des voies aériennes lors de l'expiration. Si ce phénomène existe, une PEP extrinsèque environ égale à deux tiers de la PEP intrinsèque devra être appliquée.

Le choix du mode ventilatoire, pression versus volume, est également à discuter. Certaines équipes préconisent le mode pression contrôlée car le débit décélérant permettrait une meilleure distribution du flux aérien dans les alvéoles. Cependant, les études comparant les deux modes ventilatoires rapportent des données contradictoires : les divergences peuvent s'expliquer par des critères de jugements différents entre les études et certaines limites méthodologiques. En pratique, il faut connaître les avantages et inconvénients de chacun des 2 modes et utiliser le mode ventilatoire que l'on estime le plus approprié et que l'on maîtrise le mieux.

## Gestion du risque anesthésique en postopératoire

L'obésité morbide augmente le risque de complications postopératoires, incluant : hypoxémie, atélectasie, thrombose veineuse profonde, embolie pulmonaire, pneumonie, œdème pulmonaire, infection postopératoire. Les objectifs d'un traitement postopératoire efficace sont d'améliorer la fonction pulmonaire et de prévenir la thrombose veineuse. Une mobilisation précoce, la thromboprophylaxie, la kinésithérapie respiratoire et un contrôle efficace de la douleur postopératoire sont essentiels pour prévenir les complications chez ces patients.

Les facteurs de risque de dépression respiratoire postopératoire, essentiellement par obstruction des voies aériennes supérieures, incluent la sévérité sous-jacente d'un éventuel SAS associé, le degré d'obésité, l'administration systémique de morphiniques, l'utilisation de sédatifs, le site et le caractère invasif de la procédure chirurgicale, et le potentiel d'apnée pendant le sommeil paradoxal dont la part relative présente un rebond au 3<sup>e</sup> ou 4<sup>e</sup> jour postopératoire. La clé reste la reprise précoce en postopératoire d'une PPC ou d'une VNI.

## Extubation

En l'absence de contre-indication médicale ou chirurgicale, les patients avec SAS devraient être extubés complètement réveillés. La disparition complète du bloc neuromusculaire devra comme toujours être vérifiée avant l'extubation, avec un recours volontiers à la décurarisation en l'absence de contre-indication. Si possible, l'extubation et le réveil devraient être réalisés en position latéral ou semi-assise, et non allongée. L'extubation devra être réalisée dès que possible, en évitant la ventilation mécanique prolongée [22].

## Analgesie postopératoire

Les indications d'analgésie locorégionale en cas de chirurgie bariatrique sont rares et une anesthésie générale est le plus souvent réalisée. Des analgésiques non morphiniques sont souvent suffisants. En cas d'utilisation d'analgésie par morphiniques contrôlée par le patient, un débit continu devrait être proscrit ou utilisé avec extrême prudence. L'administration de morphiniques devra être d'autant plus prudente que le sujet obèse peut présenter un SAS non diagnostiqué. Une administration d'oxygène concomitante est obligatoire, idéalement en structure de soins intensifs en cas de suspicion de SAS ou de SAS non appareillé. L'administration d'oxygène devra être continuée dans le service jusqu'à ce que le patient ait retrouvé sa SpO<sub>2</sub> de base et ne nécessite plus le recours aux morphiniques. Pour réduire le recours aux morphiniques, des agents anti-inflammatoires non stéroïdiens ou des modalités d'analgésie non médicamenteuse (ex : hypnose) pourront être envisagés. Il faudra garder à l'esprit que l'administration concomitante d'agents sédatifs (ex : benzodiazépines, barbituriques) augmente le risque de dépression respiratoire et d'obstruction des voies aériennes.

## Oxygénation

Une supplémentation en oxygène devrait être administrée de façon continue à tous les patients porteurs d'un SAS, jusqu'à ce qu'ils soient capables de maintenir leur saturation en oxygène de base en air ambiant. Une PPC ou VNI (avec ou sans supplémentation en oxygène) devra être administrée de façon continue aux patients qui utilisent ces modalités en préopératoire, sauf si contre-indiquées par la procédure chirurgicale. Un

TABLEAU III  
Prophylaxie médicamenteuse thromboembolique par héparine à bas poids moléculaire (HBPM) chez le patient obèse

Médicaments	< 50 kg	50–100 kg	100–150 kg	> 150 kg
Énoxaparine	20 mg 1/j	40 mg 1/j	40 mg 2/j	60 mg 2/j
Dalteparine	2500 unités 1/j	5000 unités 1/j	5000 unités 2/j	7500 unités 2/j
Tinzaparine	3500 unités 1/j	4500 unités 1/j	4500 unités 2/j	6750 unités 2/j

essai randomisé contrôlé a en effet montré une amélioration de la fonction ventilatoire lors de la comparaison de la PPC postopératoire versus l'absence de PPC postopératoire [23]. La compliance à la PPC ou à la VNI pourrait être améliorée si les patients amènent leur propre équipement à l'hôpital. Si possible, le décubitus dorsal devra être évité chez ces patients avec SAS à risque. La saturation en oxygène devra être monitorée chez tous ces patients après sortie de la salle de réveil. Le monitoring continu pourra être idéalement réalisé en soins intensifs. Il devra être maintenu aussi longtemps que le patient reste à risque augmenté de complications. En cas d'hypoxémies fréquentes et/ou sévères, l'initiation de séances de PPC ou de VNI devra être envisagée. L'application prophylactique d'une VNI après extubation permet de diminuer le risque d'insuffisance respiratoire aiguë de 16 % et la durée de séjour. De plus, chez les patients obèses hypercapniques, l'utilisation de VNI postextubation est associée à une diminution de la mortalité [24].

La VNI peut aussi être appliquée lors d'une insuffisance respiratoire aiguë pour éviter l'intubation [25,26]. Elle est souvent indiquée en premier lieu lors d'une insuffisance respiratoire aiguë chez l'obèse avec SAS. Chez les patients obèses en hypercapnie, il faut utiliser des niveaux de PEP plus élevés sur une durée plus importante pour réduire l'hypercapnie en dessous de 50 mm Hg. Ainsi, la VNI est aussi efficace chez les patients présentant un syndrome obésité-hypoventilation alvéolaire que chez les patients BPCO, lors d'une insuffisance respiratoire aiguë hypercapnique [27].

### Réhabilitation précoce

Un protocole de réhabilitation améliorée après chirurgie bariatrique est essentiel [28]. La mobilisation précoce est vitale et beaucoup de patients devraient être levés le jour de la chirurgie. Si possible, l'ablation précoce d'une sonde urinaire, de perfusions ou d'autres dispositifs invasifs devra être réalisée. Les bas de compression pneumatique intermittente peuvent être déconnectés pour mobilisation.

### Prévention des complications thromboemboliques

L'obésité par elle-même est un facteur de risque de maladie veineuse thromboembolique. Les stratégies pour réduire le risque de complications veineuses thromboemboliques incluent : mobilisation postopératoire précoce, bas de compression intermittente, bas de contention, médicaments anticoagulants, et filtres caves. Les preuves de l'efficacité des bas de contention simples sont limitées, en cas d'utilisation, il est essentiel qu'ils soient ajustés correctement afin de prévenir l'occlusion vasculaire. Il n'y a pas d'argument dans la littérature pour l'utilisation en routine de filtres veineux caves dans la population obèse. Les critères d'instauration de prophylaxie pharmacologique incluent : une immobilisation prolongée, un temps opératoire total > 90 min ; un âge > 60 ans ; un

IMC > 30 kg/m<sup>2</sup> ; la présence d'un cancer ; d'une déshydratation ; et des antécédents familiaux de maladie veineuse thromboembolique. Les agents oraux tels que le rivaroxaban et le dabigatran ont été peu étudiés chez le patient obèse. Un ajustement des doses n'est pour l'instant pas recommandé. Par contre, en cas d'utilisation d'HBPM, le *tableau III* présente l'ajustement de doses conseillés [29].

### Dépistage des complications de la chirurgie bariatrique

Une complication rare mais sérieuse chez le patient obèse est la rhabdomyolyse. Les facteurs de risque prédisposant, en plus de l'obésité, sont : hypotension, immobilité, longue durée de chirurgie et déshydratation. La rhabdomyolyse devra être suspectée en cas de douleur postopératoire profonde, classiquement au niveau des fessiers. Les taux de créatinine sanguins devraient être mesurés rapidement, et en cas d'augmentation, un remplissage agressif, des diurétiques et une alcalinisation urinaire peuvent être nécessaires pour prévenir l'aggravation de la fonction rénale [30].

La tachycardie postopératoire peut être le seul signe d'une complication chirurgicale postopératoire et ne doit pas être négligée. Le saignement de la ligne d'agrafage et la fistule gastrique précoce sont ces principales complications.

### Conclusion

Le patient obèse morbide est un patient à risque anesthésique élevé, essentiellement respiratoire et cardiovasculaire. Afin de réduire ce risque, il est important d'anticiper une ventilation au masque et une intubation difficile et de pratiquer une ventilation positive protectrice périopératoire. Celle-ci repose sur une pression positive continue ou ventilation noninvasive pré- et postopératoire, une préoxygénation en pression positive en position proclive, de petits volumes courant, une pression expiratoire positive modérée et des manœuvres de recrutement prudentes en peropératoire. La diminution des doses de sédatifs et de morphiniques, associée à un monitoring rapproché dans la période périopératoire, permettra également de réduire le risque de complication postopératoire potentiellement fatale. Une préparation soignée respiratoire et cardiovasculaire les mois précédant la chirurgie, une optimisation hémodynamique périopératoire, la prise en compte du risque thromboembolique et une réhabilitation précoce semblent essentiels dans une gestion du risque personnalisée, adaptée à chaque patient selon l'évaluation individualisée du rapport bénéfices-risques.

**Déclaration de liens d'intérêts** : Dr. Jaber déclare des liens d'intérêts avec les sociétés Dräger, Hamilton, Maquet, et Fisher & Paykel. Dr Nocca déclare de liens d'intérêt avec les sociétés Ethicon Endosurgery, MID, Gore, et MSD. Les autres auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

## Références

- [1] De Jong A, Futier E, Millot A, Coisel Y, Jung B, Chanques G, et al. How to preoxygenate in operative room: healthy subjects and situations "at risk". *Ann Fr Anesth Reanim* 2014;33:457-61.
- [2] De Jong A, Molinari N, Pouzeratte Y, Verzilli D, Chanques G, Jung B, et al. Difficult intubation in obese patients: incidence, risk factors, and complications in the operating theatre and in intensive care units. *Br J Anaesth* 2015;114:297-306.
- [3] De Jong A, Molinari N, Sebbane M, Prades A, Futier E, Jung B, et al. Feasibility and effectiveness of prone position in morbidly obese patients with ARDS: a case-control clinical study. *Chest* 2013;143:1554-61.
- [4] Heymsfield SB, Wadden TA. Mechanisms, pathophysiology, and management of obesity. *N Engl J Med* 2017;376:254-66.
- [5] Hedenstierna GLA. Influence of abdominal pressure on respiratory and abdominal organ function. *Curr Opin Crit Care* 2012;18(1):80-5.
- [6] Parkin L, Sweetland S, Balkwill A, Green J, Reeves G, Beral V. Body mass index, surgery, and risk of venous thromboembolism in middle-aged women: a cohort study. *Circulation* 2012;125:1897-904.
- [7] DeMaria EJ, Portenier D, Wolfe L. Obesity surgery mortality risk score: proposal for a clinically useful score to predict mortality risk in patients undergoing gastric bypass. *Surg Obes Relat Dis* 2007;3:134-40.
- [8] Rosenthal LD, Dolan DC. The Epworth sleepiness scale in the identification of obstructive sleep apnea. *J Nerv Ment Dis* 2008;196:429-31.
- [9] Chung F, Yang Y, Liao P. Predictive performance of the STOP-Bang score for identifying obstructive sleep apnea in obese patients. *Obes Surg* 2013;23:2050-7.
- [10] Jacobson BC, Somers SC, Fuchs CS, Kelly CP, Camargo Jr CA. Body-mass index and symptoms of gastroesophageal reflux in women. *N Engl J Med* 2006;354:2340-8.
- [11] Hennis PJ, Meale PM, Hurst RA, O'Doherty AF, Otto J, Kuper M, et al. Cardiopulmonary exercise testing predicts postoperative outcome in patients undergoing gastric bypass surgery. *Br J Anaesth* 2012;109:566-71.
- [12] D'Anza B, Knight J, Greene JS. Does body mass index predict tracheal airway size? *Laryngoscope* 2015;125:1093-7.
- [13] Pandit JJ, Andrade J, Bogod DG, Hitchman JM, Jonker WR, Lucas N, et al. 5th National Audit Project (NAP5) on accidental awareness during general anaesthesia: summary of main findings and risk factors. *Br J Anaesth* 2014;113:549-59.
- [14] Futier E, Constantin JM, Petit A, Jung B, Kwiatkowski F, Duclos M, et al. Positive end-expiratory pressure improves end-expiratory lung volume but not oxygenation after induction of anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol* 2010;27:508-13.
- [15] Delay JM, Sebbane M, Jung B, Nocca D, Verzilli D, Pouzeratte Y, et al. The effectiveness of noninvasive positive pressure ventilation to enhance preoxygenation in morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesth Analg* 2008;107:1707-13.
- [16] Futier E, Constantin JM, Pelosi P, Chanques G, Massone A, Petit A, et al. Noninvasive ventilation and alveolar recruitment maneuver improve respiratory function during and after intubation of morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesthesiology* 2011;114:1354-63.
- [17] Andersen LH, Rovsing L, Olsen KS. Glide-Scope videolaryngoscope vs. Macintosh direct laryngoscope for intubation of morbidly obese patients: a randomized trial. *Acta Anaesthesiol Scand* 2011;55:1090-7.
- [18] Jaber S, Coisel Y, Chanques G, Futier E, Constantin JM, Michelet P, et al. A multicentre observational study of intra-operative ventilatory management during general anaesthesia: tidal volumes and relation to body weight. *Anaesthesia* 2012;67:999-1008.
- [19] Futier E, Constantin JM, Paugam-Burtz C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, et al. A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery. *N Engl J Med* 2013;369:428-37.
- [20] Pepin JL, Timsit JF, Tamisier R, Borel JC, Levy P, Jaber S. Prevention and care of respiratory failure in obese patients. *Lancet Respir Med* 2016;4:407-18.
- [21] Constantin J-M, Jaber S, Futier E, Cayot-Constantin S, Verny-Pic M, Jung B, et al. Respiratory effects of different recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care (London England)* 2008;12.
- [22] Jaber S, Petrof BJ, Jung B, Chanques G, Berthet J-P, Rabuel C, et al. Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. *Am J Respir Crit Care Med* 2011;183:364-71.
- [23] Neligan PJ, Malhotra G, Fraser M, Williams N, Greenblatt EP, Cereda M, et al. Continuous positive airway pressure via the Boussignac system immediately after extubation improves lung function in morbidly obese patients with obstructive sleep apnea undergoing laparoscopic bariatric surgery. *Anesthesiology* 2009;110:878-84.
- [24] Jaber S, De Jong A, Castagnoli A, Futier E, Chanques G. Non-invasive ventilation after surgery. *Ann Fr Anesth Reanim* 2014;33:487-91.
- [25] Jaber S, Chanques G, Jung B. Postoperative noninvasive ventilation. *Anesthesiology* 2010;112:453-61.
- [26] Jaber S, Lescot T, Futier E, Paugam-Burtz C, Seguin P, Ferrandiere M, et al. Effect of noninvasive ventilation on tracheal reintubation among patients with hypoxemic respiratory failure following abdominal surgery: a randomized clinical trial. *JAMA* 2016;315:1345-53.
- [27] Carrillo A, Ferrer M, Gonzalez-Diaz G, Lopez-Martinez A, Llamas N, Alcazar M, et al. Noninvasive ventilation in acute hypercapnic respiratory failure caused by obesity hypoventilation syndrome and chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2012;186:1279-85.
- [28] Awad S, Carter S, Purkayastha S, Hakky S, Moorthy K, Cousins J, et al. Enhanced recovery after bariatric surgery (ERABS): clinical outcomes from a tertiary referral bariatric centre. *Obes Surg* 2014;24:753-8.
- [29] Nightingale CE, Margaron MP, Shearer E, Redman JW, Lucas DN, Cousins JM, et al. Perioperative management of the obese surgical patient 2015: Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland Society for Obesity and Bariatric Anaesthesia. *Anaesthesia* 2015;70:859-76.
- [30] Wool DB, Lemmens HJ, Brodsky JB, Solomon H, Chong KP, Morton JM. Intraoperative fluid replacement and postoperative creatine phosphokinase levels in laparoscopic bariatric patients. *Obes Surg* 2010;20:698-701.