

## Anesthésie-réanimation du grand obèse

Audrey De Jong (1), Daniel Verzilli (2), Yvan Pouzeratte (2), Alice Millot (2), Michaela Penné (2), Gérald Chanques (1), Samir Jaber (1)

*(1) PhyMedExp, University of Montpellier, INSERM, CNRS, CHU Montpellier ; Département d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital Saint-Eloi, 80 avenue Augustin Fliche, 34295 Montpellier cedex, France*

*(2) Département d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital Saint-Eloi, 80 avenue Augustin Fliche, 34295 Montpellier cedex, France*

Auteur correspondant : Dr Audrey DE JONG

Email : [audreydejong@hotmail.fr](mailto:audreydejong@hotmail.fr)

Les auteurs n'ont pas de conflit d'intérêts en relation avec ce sujet.

## Points Essentiels

- Le patient obèse est à risque de complications périopératoires qui regroupent essentiellement l'accès difficile aux voies aériennes (intubation, ventilation difficile voire impossible), et les détresses respiratoires post-extubation secondaires à la formation d'atélectasies ou à l'obstruction des voies aériennes.
- L'association d'un syndrome d'apnées du sommeil (SAS) à une obésité est très fréquente, et induit un risque élevé de complications per et postopératoires. Le dépistage préopératoire du SAS est crucial chez le patient obèse, ainsi que sa prise en charge spécifique : utilisation d'une pression positive continue pré, per et postopératoire.
- Pour tout patient obèse, la mise en place de protocoles de ventilation au masque et/ou d'intubation difficile et le recours à la ventilation protectrice, avec une épargne morphinique et un positionnement semi-assis autant que possible, est conseillée, associée à un monitoring rapproché en postopératoire.
- Le dosage des médicaments anesthésiques est généralement basé sur le poids idéal théorique ou sur le poids ajusté puis ensuite titré. La succinylcholine est par contre dosée selon le poids total.
- Un monitoring du bloc neuromusculaire doit être utilisé le cas échéant, ainsi qu'un monitoring de la profondeur d'anesthésie, surtout lorsqu'une anesthésie intraveineuse totale est utilisée en conjonction avec des curares. La survenue de mémorisation peropératoire est en effet plus fréquente chez le patient obèse que chez le patient non-obèse.
- Une prophylaxie appropriée contre la maladie veineuse thromboembolique et une mobilisation précoce sont recommandées, la maladie thromboembolique étant d'incidence augmentée chez le patient obèse.
- En cas de survenue d'un syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA), le décubitus ventral est une thérapeutique sûre et particulièrement efficace chez le patient obèse. La meilleure épreuve de ventilation spontanée en vue d'une extubation chez le patient obèse est l'épreuve de pièce en T.

## Introduction

Durant les trente dernières années, une augmentation importante du taux d'obésité a été observée à travers le monde [1]. L'Organisation Mondiale de la Santé définit l'obésité comme un excès de graisse corporelle ayant des conséquences indésirables sur la santé et le bien être [2]. L'indice de masse corporelle (IMC) est utilisé en pratique clinique pour estimer le degré d'obésité : l'obésité est définie par 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 ( $IMC \geq 60 \text{ kg/m}^2$ ) [3]. Le patient « grand obèse » rentre dans le cadre de l'obésité morbide.

L'obésité est associée à de nombreuses comorbidités, et notamment un facteur de risque majeur de syndrome d'apnées du sommeil (SAS), 30 à 70 % des patients obèses étant apnéiques [4]. 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 [5]. Les patients obèses sont donc exposés à un risque accru de complications respiratoires, parmi lesquelles le syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) [6].

Toute chirurgie dans la population de patients obèses est à haut risque [7], et les complications respiratoires périopératoires restent élevées chez ces patients [8]. La gestion des voies aériennes s'avère difficile [5, 9]. 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 [10]. Une préparation soignée, une évaluation du risque préopératoire, une prise en charge anesthésique adéquate, une prévention stricte des événements thromboemboliques, et un contrôle efficace de la douleur postopératoire peuvent aider à réduire le risque associé à la chirurgie chez le patient obèse.

L'objectif de cette revue est donc de présenter les particularités périopératoires de l'anesthésie-réanimation des patients « grand » obèses afin de leur proposer une prise en charge médicale périopératoire optimisée, visant à diminuer les complications périopératoires.

## **A. Conséquences de la grande obésité**

### **1. Sur le plan respiratoire**

Chez les patients obèses, la pression intra-abdominale est majorée, la capacité pulmonaire totale, la capacité vitale et la CRF sont diminuées ce qui favorise la formation d'atélectasies [11, 12]. De plus, la consommation d'oxygène et le travail respiratoire sont augmentés [13], ce qui conduit à une diminution de l'oxygénation [11]. Lors de l'anesthésie, la compliance pulmonaire diminue, essentiellement suite à la diminution de la CRF, responsable d'une augmentation de la pression transpulmonaire (différence entre la pression alvéolaire et la pression pleurale). 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.

### **2. Sur le plan cardio-vasculaire**

L'obésité entraîne une hypertension artérielle, une augmentation du débit cardiaque et du travail cardiaque, ainsi qu'une augmentation de l'incidence des maladies coronariennes et des troubles du rythme cardiaque [14]. Le risque de fibrillation atriale est 1,5 fois plus important que chez le patient non obèse [15]. La survenue d'un QT long est également plus fréquente chez le patient obèse [16].

L'obésité est de plus un état prothrombotique associé à la survenue d'infarctus du myocarde, d'accident vasculaire cérébral et de maladie veineuse thromboembolique [17]. L'incidence postopératoire de thrombose veineuse est dix fois plus élevée chez les femmes

obèses que chez les femmes non obèses [18]. Un état hypercoagulable peut persister pendant deux mois, rendant nécessaire une prophylaxie postopératoire de la maladie veineuse thromboembolique longue dépendant du type de chirurgie et de l'IMC du patient [19].

### **3. Sur le plan endocrinien et métabolique**

Les patients avec une graisse à distribution centrale ou « androïde » sont à plus haut risque périopératoire que ceux avec une graisse périphérique ou « gynoïde » [20].

La résistance à l'insuline et le diabète sont fréquents chez le patient obèse [21]. Un mauvais contrôle glycémique dans la période périopératoire est associé à une augmentation de la morbidité, un bon contrôle glycémique est donc essentiel [22]. Une chirurgie gastrique de type bypass entraîne une réponse neurohumorale, responsable d'une réduction rapide et importante des besoins en insuline, qui débute immédiatement après la chirurgie. Chez ce type de patients, une réintroduction prudente des médicaments antidiabétiques et un contrôle fréquent de la glycémie devront être effectués en postopératoire [23].

## **B. Implications anesthésiques en préopératoire**

### **1. Dépistage et traitement des complications respiratoires**

#### **1) Syndrome d'apnées du sommeil**

L'identification d'un SAS déjà diagnostiqué ou le dépistage d'un SAS non encore diagnostiqué est au centre de la prise en charge du patient obèse. Les comorbidités associées à une augmentation de l'incidence du SAS doivent être recherchées [24], telles qu'une hypertension artérielle [25], un antécédent d'accident vasculaire cérébral [26], d'infarctus du myocarde [27], de diabète [28] ou de dysmorphie faciale [29]. Toute complication apparue lors d'une intervention précédente, telle qu'une intubation difficile ou une détresse respiratoire postopératoire, doit également être recherchée. L'existence de ronflements,

d'épisodes d'apnées nocturnes, de réveils fréquents pendant le sommeil (par exemple, vocalisation, changements de position, mouvements des extrémités), de maux de tête matinaux et d'une somnolence diurne feront évoquer un SAS. Le score d'Epworth [30] permet d'évaluer la propension à s'assoupir dans 8 situations différentes de la vie quotidienne. Un score supérieur ou égal à 15 signe une somnolence diurne excessive.

Le score STOP-BANG [31] est de plus en plus utilisé (**Tableau 1**) et validé chez le patient obèse [31]. Le diagnostic paraclinique se fait par polysomnographie, examen de référence, ou polygraphie respiratoire. Le SAS est ainsi défini par l'association d'une somnolence diurne et de critères polysomnographiques (indice d'apnées-hypopnées (IAH)  $\geq 5$ ). La sévérité du SAS dépend des symptômes cliniques et de l'IAH :

1) Symptômes cliniques : la sévérité de la somnolence diurne est évaluée sur les répercussions qu'elle entraîne dans les activités de la vie sociales ou professionnelles : légère (peu de répercussions), modérée (répercussion modérée), sévère (importantes perturbations)

2) Un index d'apnées-hypopnées 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.

## 2) Syndrome obésité hypoventilation

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

- d'une hypoventilation alvéolaire chronique  $\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mm Hg}$  ( $\text{PaO}_2 < 70 \text{ mm Hg}$ )
- d'une obésité ( $\text{IMC} > 30 \text{ kg/m}^2$ )
- l'absence d'affection respiratoire associée
- indépendamment de l'association ou non avec un SAS.

En cas de SAS associé et d'hypercapnie modérée entre 45 et 55 mmHg, un appareillage par PPC sera proposé en première intention, suivi d'un appareillage par ventilation non-invasive (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 mmHg et/ou en l'absence de SAS associé, un appareillage par VNI sera proposé.

### **3) Bronchopneumopathie chronique obstructive et asthme**

Obésité et bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) sont souvent associés. L'asthme est également plus fréquent chez les patients obèses.

## **2. 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.

Chez le patient obèse, un bloc de branche gauche pourrait comme chez tout patient être un marqueur de maladie coronarienne [32]. Les patients obèses doivent être évalués de la même façon que les autres patients, avec réalisation d'une épreuve d'effort, avec du matériel adapté, en cas de suspicion clinique de maladie coronarienne.

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

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 s'attachera à rechercher la présence de médicaments antidiabétiques et leur éventuel relais en périopératoire. De façon générale, ceux-ci ne seront pas arrêtés en cas de chirurgie ambulatoire. En cas de chirurgie mineure ou majeure, les médicaments antidiabétiques oraux ne seront pas pris le matin. La metformine ne sera également pas prise la veille au soir. La SFAR a ainsi établi en 2016 des fiches pratiques de gestion périopératoire du patient diabétique.

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

La fréquence du reflux gastro-œsophagien est fortement corrélée à l'augmentation de l'IMC [33]. Les patients ayant des anneaux ajustables sont à haut risque d'inhalation pulmonaire lors de l'induction de l'anesthésie générale du fait 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. Ces patients doivent donc être considérés comme « estomac plein ». Un glissement de l'anneau devra être suspecté chez tout patient qui a un anneau gastrique et qui présente un accès soudain de dysphagie ou de douleur abdominale épigastrique. C'est une urgence chirurgicale qui devrait être traitée par le desserrement immédiat de l'anneau.

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

A l'issue de l'évaluation et de la programmation de la préparation préopératoire, l'équipe médico-chirurgicale doit décider du mode de prise en charge. La sévérité de l'obésité, la présence d'un SAS associé, les anomalies anatomiques et physiologiques, la présence de pathologies associées, la nature de la chirurgie, le type d'anesthésie, les besoins morphiniques en postopératoire, l'âge du patient, la possibilité de surveillance par un proche à la sortie du patient et de prise en charge ambulatoire devront être pris en compte. La disponibilité d'un

matériel d'intubation difficile, de ventilation, de radiologie, de biologie et la possibilité d'un transfert en hospitalisation conventionnelle sont également des facteurs essentiels.

Les recommandations de la Haute Autorité de Santé en 2014 sur la chirurgie ambulatoire ont statué à la fois chez le patient obèse et chez le patient avec SAS :

- Chez le patient obèse : les patients avec un IMC  $< 35$  kg/m<sup>2</sup> sont éligibles à la chirurgie ambulatoire, sauf contre-indication individuelle ; les patients avec un IMC  $> 40$  kg/m<sup>2</sup> et un SAS associé, et ce d'autant plus qu'il est sévère et associé à d'autres comorbidités (hypertension pulmonaire, hypertension artérielle résistante, atteinte majeure des artères coronaires, insuffisance cardiaque résistante aux traitements), ne semblent pas éligibles à une chirurgie ambulatoire.

- Chez le patient avec SAS : les patients diagnostiqués d'un SAS sont éligibles à la chirurgie ambulatoire s'ils ont des comorbidités contrôlées, s'ils sont capables d'utiliser la ventilation nasale par PPC ou par pression positive à deux niveaux et si l'intervention chirurgicale n'est pas douloureuse et ne nécessite pas l'utilisation d'opioïdes en postopératoire.

En cas de choix d'une prise en charge en ambulatoire, la programmation de l'intervention le matin permet une surveillance le reste de la journée.

## **6. Préparation préopératoire**

Quel que soit le type de chirurgie, et particulièrement en cas de chirurgie bariatrique, un régime préopératoire pourra améliorer les conditions opératoires [34]. Une perte de poids raisonnable est conseillée pour diminuer les complications périopératoires, à la fois respiratoires et cardiovasculaires.

L'arrêt du tabac est à encourager en préopératoire. Il semblerait qu'un délai d'abstinence tabagique de 6 à 8 semaines ramène le risque de complication respiratoire postopératoire au niveau des sujets non-fumeurs. Cependant, des délais même plus courts sont

toujours appréciables pour minimiser les risques liés à l'hyperréactivité et au défaut d'oxygénation tissulaire en diminuant la carboxyhémoglobine, selon les recommandations d'experts de la SFAR sur la prise en charge du tabagisme en période péri opératoire.

En cas de SAS associé, une étude observationnelle rapporte une diminution des complications sévères postopératoires (i.e., évènements cardiaques, complications respiratoires) lors de l'application de PPC en préopératoire comparée à l'absence de PPC [35]. L'initiation préopératoire de PPC devrait donc être considérée, particulièrement si le SAS est sévère. L'utilisation préopératoire de dispositifs d'avancement mandibulaires ou d'appareils buccaux est conseillée lorsqu'elle s'avère efficace.

### **C. Implications anesthésiques peropératoires**

Le **Tableau 2** présente les principales complications périopératoires chez les patients obèses et quelques points-clés permettant de les prévenir.

#### **1. Préparation**

La préparation doit inclure la mise en place d'un accès veineux adéquat, possiblement sous échographie, même pour les voies veineuses périphériques [36]. 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 une 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. Du personnel supplémentaire est souvent nécessaire pour les éventuels transferts lorsque le patient est endormi. Une prémédication

antiacide est conseillée avant l'intervention. Les patients portant une barbe devraient idéalement se raser devant les risques de ventilation difficile.

L'expérience de l'anesthésiste et du chirurgien présente son importance, et devrait être obligatoire chez les patients à très haut risque périopératoire.

## **2. Antibioprophylaxie et antibiothérapie**

Les dernières recommandations de la SFAR sur l'antibioprophylaxie périopératoire ont bien défini l'antibioprophylaxie du patient obèse. Chez l'obèse (patient de plus de 100kg et index de masse corporelle  $> 35\text{kg/m}^2$ ), les doses de bêtalactamines doivent être le double de celles préconisées pour les patients non obèses. Pour la vancocymine et la gentamicine, les doses d'antibioprophylaxie se calculent sur le poids réel.

Lorsqu'une antibiothérapie curative est nécessaire, le dosage initial doit le plus souvent être calculé sur le poids réel ou le poids ajusté. La dose d'aminosides se calculera sur le poids ajusté. Ensuite, des dosages répétés semblent indispensables pour ajuster la dose d'antibiotiques effectuée. Le **tableau 3** présente les ajustements conseillés de doses pour certains antibiotiques.

## **3. Choix de la technique d'anesthésie**

L'anesthésie loco-régionale devra toujours être préférée à l'anesthésie générale si possible. Si une anesthésie générale s'avère indispensable, l'utilisation de médicaments facilement réversibles, d'action rapide et de levée d'action rapide, sont les agents de choix pour l'induction chez les patients obèses.

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 (**Tableau 3**). Heureusement,

beaucoup d'agents anesthésiques peuvent être titrés selon la réponse souhaitée, comme la perte du réflexe oculaire, la réponse au neurostimulateur ou le soulagement de la douleur.

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. Les fasciculations associées au suxaméthonium augmentent la consommation d'oxygène et ont montré une réduction du temps d'apnée sans désaturation [37]. Une dose de rocuronium basée sur le poids total ne raccourcit pas significativement le délai d'action, mais augmente de façon marquée la durée d'action [38]. Le poids idéal théorique est donc conseillé pour adapter les doses de rocuronium. Par contre, du fait d'une augmentation de l'activité cholinestérasique plasmatique, le poids total est approprié pour le suxaméthonium. Les doses de neostigmine et de suggamadex sont liées au temps et à la dose totale de curares injectés et doivent être titrées sur l'efficacité.

Pour l'entretien de l'anesthésie, des agents anesthésiques d'action courte doivent être utilisés. 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 et donc de mémorisation peropératoire [39]. Les réflexes des voies aériennes sont plus vite rétablis en cas d'anesthésie au desflurane comparée à l'anesthésie au sévoflurane chez le patient obèse [40]. Pour diminuer le risque de mémorisation peropératoire, le monitoring de la profondeur d'anesthésie est fortement recommandé [41].

Les patients obèses sont très sensibles aux effets déprimeurs 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.

Pour les morphiniques, l'effet clinique est peu liée à la concentration plasmatique [42]. La dose utilisant le poids idéal théorique est 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 [38]. 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.

#### **4. 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 [5] [43]. Toute intubation chez un patient obèse doit donc être considérée comme difficile, et une préparation adéquate suivant un algorithme d'intubation difficile réalisée.

De plus, un score de Mallampati élevé, une réduction de la mobilité cervicale et la présence d'un SAS sont spécifiquement associés à une intubation difficile chez les patients obèses [44].

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) [4, 45]. Il a en outre été 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 [46]. Une préoxygénation de 5 minutes en VNI (aide inspiratoire (AI) + pression expiratoire positive (PEP)) permettait d'obtenir plus rapidement une fraction expirée en oxygène (FeO<sub>2</sub>) > 90% [47]. De plus, l'utilisation de la VNI permet de limiter la diminution de volume pulmonaire et d'améliorer l'oxygénation par rapport à une préoxygénation conventionnelle au masque facial [48].

L'oxygénothérapie par canule nasale à haut débit (OHD) fournit un débit élevé, de l'air chauffé et humidifié par une canule nasale à une FiO<sub>2</sub> de 100% et un débit maximum de 60 L / min. Une étude prospective observationnelle [49] a évalué le temps d'apnée de 25 patients avec une intubation difficile prévue et subissant une anesthésie générale pour une chirurgie hypopharyngée ou laryngotrachéale. Vingt-cinq patients ont été inclus, dont 12 patients obèses. Le temps médian d'apnée était de 14 (5-65) min. Aucune désaturation artérielle en oxygène n'était observée durant la période d'apnée.

Dans une autre étude [50], 33 patients obèses morbides et subissant une chirurgie bariatrique laparoscopique ont été randomisés pour recevoir l'une des stratégies de préoxygénation suivantes pendant sept minutes: OHD, pression positive continue (PPC) ou insufflation d'oxygène via un masque facial standard [50]. Dans les 3 groupes, les valeurs de PaO<sub>2</sub> étaient significativement augmentées à une et trois minutes suivant la préoxygénation. Les niveaux d'oxygénation maximaux étaient atteints après trois minutes de préoxygénation, sans augmentation significative par la suite, et sans différence significative entre OHD et VNI. Cette étude suggère donc, malgré ses limites, que l'oxygène nasal humidifié à haut débit pourrait fournir une préoxygénation rapide, sûre et facile à utiliser avant l'anesthésie générale.

Après une préoxygénation longue, en pression positive et en position proclive [51, 52], l'induction anesthésique doit également être adaptée. Il s'agit de décider de la réalisation d'une ISR ou non. Celle-ci 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 [53]. La balance bénéfice/risques d'une ISR 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.

## 5. Réglage des paramètres ventilatoires

Une étude récente a montré que les patients obèses étaient ventilés avec des volumes courants (VT) très importants ( $>10\text{mL/kg}$ ) en peropératoire [54]. L'étude IMPROVE [55], étude multicentrique, française, randomisée, en double aveugle, compare une stratégie "optimisée" de ventilation appelée "ventilation protectrice" (volume courant 6-8 ml/kg de PIT), PEP 6-8 cmH<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 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. 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 atélectasies par fermeture des alvéoles (dérecrutement).

La fréquence respiratoire doit être augmentée chez les patients obèses. 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 [56, 57]. L'utilisation de la capnographie présente des limites chez ces patients pour monitorer le taux de CO<sub>2</sub>, 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 atélectasies 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) [11, 58]. Le monitoring de la pression oesophagienne peut permettre de titrer la PEP en calculant la pression transpulmonaire chez le patient obèse, comme déjà démontré en secteur de réanimation [59].

L'effet positif des manœuvres de recrutement a été mis en évidence chez le patient obèse tant au niveau de l'amélioration de l'oxygénation artérielle que du volume pulmonaire disponible [48]. 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 cmH<sub>2</sub>O pendant 40 secondes mais plusieurs variantes ont été décrites [60]. Ces manœuvres de recrutement doivent être réalisées sous réserve d'une bonne tolérance hémodynamique.

Aucun mode ventilatoire ne semble présenter de supériorité par rapport à un autre chez le patient obèse [61]. 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.

## **6. Optimisation hémodynamique**

Les patients obèses étant particulièrement à risque de complications cardiovasculaires postopératoires, notamment de troubles du rythme à type de fibrillation auriculaire, l'optimisation hémodynamique devra être très soignée. Elle comprend un monitoring de la volémie afin de guider le remplissage, et un suivi rapproché des bilans sanguins en périopératoire afin d'éviter tout trouble ionique, pouvant favoriser la survenue de troubles du rythme cardiaque, dont la prévalence est augmentée chez les patients obèses.

## **D. Implications anesthésiques postopératoires**

### **1. Extubation**

Si possible, l'extubation et le réveil seront réalisés en position latérale ou semi assise, et non allongée. L'extubation devra être réalisée dès que possible, en évitant la ventilation mécanique prolongée [62].

### **2. Analgésie postopératoire**

Des techniques d'anesthésie locorégionale et multimodales devront être mises en place pour réduire ou éliminer le recours aux morphiniques systémiques chez les patients obèses. 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 saturation en oxygène de base et ne nécessite plus le recours aux morphiniques.

### **3. Ventilation**

Chez les patients déjà ventilés à domicile pour SAS, un essai randomisé contrôlé a montré une amélioration de la fonction ventilatoire lors de la comparaison de la PPC post opératoire versus l'absence de PPC post opératoire [63]. Si possible, le décubitus dorsal devra être évité. L'application prophylactique d'une VNI après extubation permet de diminuer le risque d'insuffisance respiratoire aigüe de 16% et la durée de séjour. De plus, chez les patients obèses hypercapniques, l'utilisation de VNI post extubation est associée à une diminution de la mortalité [64].

La VNI peut aussi être appliquée lors d'une insuffisance respiratoire aigüe pour éviter l'intubation [65-67]. Elle est souvent indiquée en premier lieu lors d'une insuffisance respiratoire aigüe chez le patient obèse avec SAS [68]. Chez les patients obèses en hypercapnie, il faut utiliser des niveaux de PEP plus élevés pendant une durée plus importante pour réduire l'hypercapnie en dessous de 50 mmHg. Ainsi, la VNI est aussi efficace chez les patients présentant un syndrome obésité-hypoventilation alvéolaire que chez les patients BPCO [69], lors d'une insuffisance respiratoire aigüe hypercapnique [70].

#### **4. Réhabilitation précoce**

Un protocole de réhabilitation améliorée après chirurgie bariatrique est essentiel [71]. La mobilisation précoce est très importante. Si possible, l'ablation précoce d'une sonde urinaire ou d'une perfusion devra être réalisée. Les bas de compression pneumatique intermittente peuvent être déconnectés pour mobilisation.

#### **5. Prévention des complications thromboemboliques**

L'obésité par elle-même est un facteur de risque de maladie veineuse thromboembolique et tous les patients obèses devraient recevoir une prophylaxie même en cas de chirurgie mineure. 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 [72]. Les agents oraux tels que le rivaroxaban et le dabigatran peuvent être utilisés en cas d'IMC  $\leq 40$  kg/m<sup>2</sup>. Un ajustement des doses n'est pour l'instant pas recommandé. En cas d'IMC  $> 40$ kg/m<sup>2</sup>, un monitoring par dosage est conseillé, afin de changer d'anticoagulant en cas de taux inadapté.

En cas d'utilisation d'HBPM, le **tableau 4** présente l'ajustement de doses conseillé [73].

#### **E. Le patient obèse en réanimation**

Les spécificités des réglages ventilatoires chez le patient obèse en réanimation vont être similaires à ceux détaillées plus haut en peropératoire et postopératoire, incluant l'application d'une PEP plus élevée, des manœuvres de recrutement alvéolaires afin de lutter contre les atelectasies, et l'utilisation de VNI le cas échéant. La **figure 1** présente une proposition d'algorithme de prise en charge des voies aériennes et de ventilation chez le patient obèse de

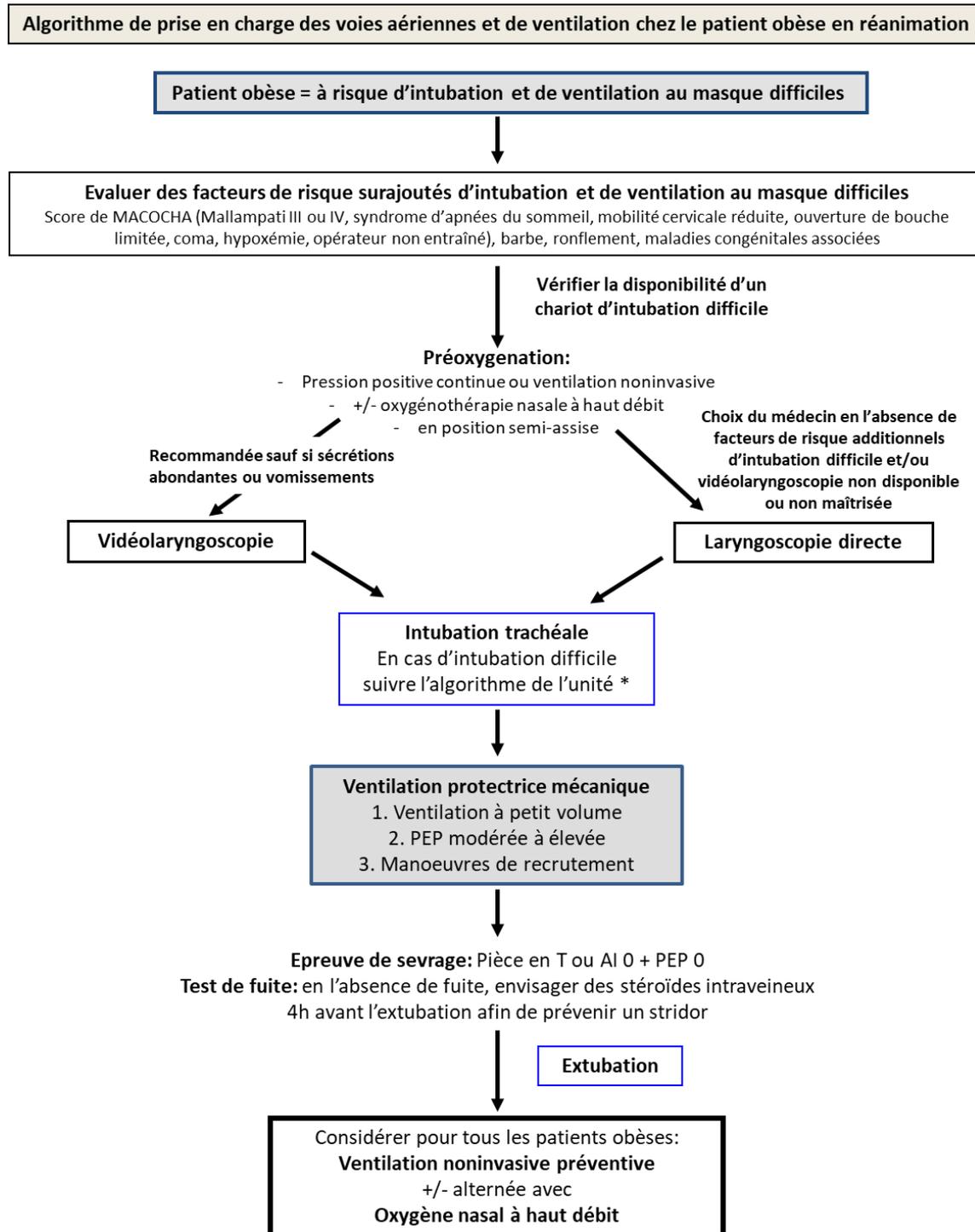
réanimation. La réalisation de séances de décubitus ventral en cas de survenue d'un SDRA peut permettre une amélioration du rapport PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> supérieure à celle du patient non obèse, sans être associée à plus de complications [74].

Enfin, le sevrage ventilatoire a également été spécifiquement étudié dans la population de patients obèses. Lors d'une étude physiologique chez des patients obèses en cours de sevrage respiratoire [75], il a été rapporté que deux épreuves de ventilation spontanée étaient comparables: celle sur pièce en T et celle sur ventilateur en mode AI avec 0 de PEP et 0 d'AI. Les autres épreuves de ventilation spontanée avec une AI et/ou une PEP plus élevées sous estimaient le travail respiratoire post extubation.

Plusieurs études et méta-analyses montrent que l'obésité pourrait être associée à une diminution de la mortalité, concept appelé "paradoxe de l'obésité" [76]. Plus de 50 papiers publiés ont évalué l'impact de l'obésité sur la mortalité en réanimation et rapporté des taux de mortalité variant de 0 à 33%. Les résultats sont généralement difficiles à interpréter en raison de l'hétérogénéité entre les études. L'obésité est associée à une augmentation du risque de la mortalité dans quelques études et à une stabilité [77, 78] ou une diminution du risque dans beaucoup d'autres [74, 79, 80]. Ainsi, les patients obèses pourraient avoir un meilleur pronostic que les patients non obèses. Plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer le bénéfice apparent de l'obésité chez les patients de réanimation, dont l'augmentation des réserves nutritionnelles, des taux plus élevés de cytokines anti-inflammatoires, de cholestérol ou de lipides - qui se lient aux endotoxines et fournissent les précurseurs de synthèse des stéroïdes adrénérgiques. De plus, le remodelage diaphragmatique dû à l'augmentation du poids et de la pression intra-abdominale pourrait contribuer à la diminution de la morbi-mortalité du SDRA chez les patients obèses [81, 82].

## **Conclusion**

Les complications post-opératoires du patient obèse peuvent être diminuées par le dépistage d'un SAS, impliquant la poursuite ou l'instauration d'une PPC ou VNI en préopératoire, la préférence de l'anesthésie locorégionale à l'anesthésie générale, l'anticipation d'une ventilation au masque et d'une intubation difficile, la diminution des doses de sédatifs et de morphiniques et une ventilation protectrice périopératoire. Celle-ci repose sur une préoxygénation en pression positive en position proclive, de petits VT, une PEP modérée et des manœuvres de recrutement prudentes en peropératoire. Cette optimisation de la prise en charge pré et peropératoire se poursuivra en postopératoire, avec une extubation en position semi-assise, la prévention des complications thromboemboliques, et la poursuite ou l'instauration précoce d'une PPC ou VNI, de manière prophylactique ou en cas de survenue d'une insuffisance respiratoire aiguë. En cas de survenue d'un SDRA, le décubitus ventral est particulièrement efficace chez le patient obèse, et une épreuve de sevrage en pièce en T pourra être réalisée avant éventuelle extubation.



**Figure 1 :**

\* En cas d'intubation difficile (plusieurs tentatives), suivre un algorithme d'intubation non spécifique au patient obèse (par exemple voir [83])

Tout au long de la procédure, le patient sera ventilé en cas de désaturation <80%. En cas de ventilation non efficace et d'échec d'intubation, une ventilation d'urgence à l'aide d'un dispositif supra-glottique devra être utilisée.

PEP = pression expiratoire positive

AI = aide inspiratoire

Tableau 1 : 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)  $> 35 \text{ kg/m}^2$

**A.** Age  $> 50$  ans

**N.** Neck circumference (circonférence du cou)  $> 40 \text{ cm}$

**G.** Gender male (sexe masculin)

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

Tableau 2 : Prévention des complications périopératoires chez le patient obèse

Complications	Prévention
<b>Respiratoires</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilation au masque difficile</li> <li>• Intubation difficile</li> <li>• Atélectasies per et postopératoires</li> </ul>	Anesthésie locorégionale si possible Intubation en séquence rapide si RGO sévère VNI± oxygénothérapie nasale à haut débit en préoxygénation PEP et manœuvres de recrutement alvéolaire (soupir) en per-anesthésique VNI en postopératoire (prophylactique) si haut risque de complications respiratoires Mobilisation précoce Kinésithérapie respiratoire active
<b>Cardio-vasculaires</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veines périphériques inaccessibles</li> <li>• Difficulté de monitoring standard</li> <li>• Cardiopathie associée, HTAP</li> <li>• Répercussion cardio-pulmonaire du remplissage vasculaire</li> </ul>	Cathétérisme veineux central, échographie ++ Monitoring invasif au besoin Monitoring spécifique, cathétérisme pulmonaire droit, échographie trans-œsophagienne... Restriction hydrique, calcul des apports en fonction du poids idéal théorique
<b>Liées aux drogues anesthésiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Action prolongée des drogues anesthésiques intraveineuses, volatiles ou des morphiniques</li> <li>• Curarisation résiduelle</li> </ul>	Anesthésie balancée, épargne morphinique Morphinique à durée d'action rapide Curares administrés sur la base du poids idéal
<b>Du pneumopéritoine</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Répercussion cardio-respiratoire</li> <li>• Dysfonction rénale périopératoire</li> </ul>	Pression intra-péritonéale < 15 mmHg 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> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépression respiratoire aux morphiniques</li> </ul>	Analgésie locorégionale Monitoring continu, EVA ++ Pas de débit continu si ACP Analgésiques non morphiniques Protocoles standardisés

RGO = Reflux gastro-oesophagien; VNI = ventilation non invasive; PEP = pression expiratoire positive; HTAP = hypertension artérielle pulmonaire ; EVA = échelle visuelle analogique; ACP = analgésie contrôlée par le patient

Tableau 3 : Ajustement des doses de certains médicaments

Poids	Définition	Antibiotiques (dose initiale)	Autres
Poids <b>total</b> (poids réel)	<b>Poids réel du patient</b>	Beta lactamines* Vancomycine (dose de charge) Daptomycine (monitorer CPK)	Succinylcholine
Poids <b>idéal théorique</b>	<b>Formule de Lorentz</b> Poids idéal masculin (Kg) = Taille (cm) – 100 – ((Taille (cm) – 150)/4) Poids idéal féminin (Kg) = Taille (cm) – 100 – ((Taille (cm) – 150)/2,5) = environ <b>taille (en cm) - 100</b> chez l’homme, <b>taille (en cm) - 110</b> chez la femme	Linézolide (dose standard 600mg*2/j, intérêt perfusion continue, augmentation des doses selon CMI) Macrolides	Curares non dépolarisants Morphiniques
Poids <b>ajusté</b> (se rapproche du poids maigre)	Prend en compte l’augmentation de la masse maigre et l’augmentation du volume de distribution : <b>Poids idéal théorique + 0,4 (poids total – poids idéal théorique)</b>	Beta-lactamines* Vancomycine (entretien) Aminosides Fluoroquinolones	Lidocaine Ketamine Propofol

CPK = créatinine phospho kinase. Ce tableau est donné à titre indicatif et reste à compléter et modifier selon les pratiques de chaque centre et les nouveaux résultats rapportés dans la littérature. Dans tous les cas, lors de traitements prolongés, un dosage est recommandé afin d’adapter au mieux les doses administrées.

\* La dose de beta-lactamines dépendra de la concentration minimale inhibitrice (CMI) et de leur toxicité. Pour l’amoxicilline et l’oxacilline, le poids ajusté voire le poids réel peuvent être utilisés. Pour la pipéracilline-tazobactam, on peut atteindre 20 à 24g/24h [84]. Les doses d’imipénème doivent théoriquement être augmentées mais le risque de toxicité notamment neurologique sera accru, il est donc préférable de ne pas dépasser 3g/j, malgré le risque de sous-dosage. Pour le méropénem, on peut utiliser la dose maximale de 2g/8h. En prophylaxie, chez le patient de plus de 100kg et/ou avec index de masse corporelle > 35kg/m<sup>2</sup>, même en dehors de la chirurgie bariatrique, les doses de bêtalactamines doivent être le double de celles préconisées pour les patients non obèses.

Tableau 4 : Prophylaxie médicamenteuse thromboembolique par Héparine de Bas Poids Moléculaire (HBPM) chez le patient obèse [73]

<b>Médicaments</b>	<b>&lt; 50 kg</b>	<b>50-100 kg</b>	<b>100 – 150 kg</b>	<b>&gt; 150 kg</b>
Enoxaparine	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

## Références :

- [1] NCD-Risk: Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet* 2016, 387(10026):1377-1396.
- [2] Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organization technical report series* 2000, 894:i-xii, 1-253.
- [3] Leykin Y, Pellis T, Del Mestro E, Marzano B, Fanti G, Brodsky JB: Anesthetic management of morbidly obese and super-morbidly obese patients undergoing bariatric operations: hospital course and outcomes. *Obes Surg* 2006, 16(12):1563-1569.
- [4] De Jong A, Futier E, Millot A, Coisel Y, Jung B, Chanques G, Baillard C, Jaber S: How to preoxygenate in operative room: Healthy subjects and situations "at risk". *Ann Fr Anesth Reanim* 2014, 33(7-8):457-461.
- [5] De Jong A, Molinari N, Pouzeratte Y, Verzilli D, Chanques G, Jung B, Futier E, Perrigault PF, Colson P, Capdevila X *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(2):297-306.
- [6] De Jong A, Molinari N, Sebbane M, Prades A, Futier E, Jung B, Chanques G, Jaber S: Feasibility and effectiveness of prone position in morbidly obese patients with ARDS: A case-control clinical study. *Chest* 2013, 143(6):1554-1561.
- [7] Heymsfield SB, Wadden TA: Mechanisms, Pathophysiology, and Management of Obesity. *N Engl J Med* 2017, 376(3):254-266.
- [8] Epidemiology, practice of ventilation and outcome for patients at increased risk of postoperative pulmonary complications: LAS VEGAS - an observational study in 29 countries. *Eur J Anaesthesiol* 2017, 34(8):492-507.
- [9] Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW: Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 2005, 103(1):33-39.
- [10] Lee LA, Caplan RA, Stephens LS, Posner KL, Terman GW, Voepel-Lewis T, Domino KB: Postoperative opioid-induced respiratory depression: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 2015, 122(3):659-665.
- [11] Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, Cerisara M, Vicardi P, Lissoni A, Gattinoni L: Respiratory system mechanics in sedated, paralyzed, morbidly obese patients. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology* 1997, 82(3):811-818.
- [12] Hedenstierna G L, A.: Influence of abdominal pressure on respiratory and abdominal organ function. *Current opinion in critical care* 2012, Feb;18(1):80-5.
- [13] Kress JP, Pohlman AS, Alverdy J, Hall JB: The impact of morbid obesity on oxygen cost of breathing (VO<sub>2</sub>RESP) at rest. *Am J Respir Crit Care Med* 1999, 160(3):883-886.
- [14] Hernandez AF, Whellan DJ, Stroud S, Sun JL, O'Connor CM, Jollis JG: Outcomes in heart failure patients after major noncardiac surgery. *Journal of the American College of Cardiology* 2004, 44(7):1446-1453.
- [15] Peeters A, Barendregt JJ, Willekens F, Mackenbach JP, Al Mamun A, Bonneux L: Obesity in adulthood and its consequences for life expectancy: a life-table analysis. *Ann Intern Med* 2003, 138(1):24-32.

- [16] Lavie CJ, Milani RV, Ventura HO: Obesity and cardiovascular disease: risk factor, paradox, and impact of weight loss. *Journal of the American College of Cardiology* 2009, 53(21):1925-1932.
- [17] Blokhin IO, Lentz SR: Mechanisms of thrombosis in obesity. *Current opinion in hematology* 2013, 20(5):437-444.
- [18] 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(15):1897-1904.
- [19] Magee CJ, Barry J, Javed S, Macadam R, Kerrigan D: Extended thromboprophylaxis reduces incidence of postoperative venous thromboembolism in laparoscopic bariatric surgery. *Surgery for obesity and related diseases : official journal of the American Society for Bariatric Surgery* 2010, 6(3):322-325.
- [20] Glance LG, Wissler R, Mukamel DB, Li Y, Diachun CA, Salloum R, Fleming FJ, Dick AW: Perioperative outcomes among patients with the modified metabolic syndrome who are undergoing noncardiac surgery. *Anesthesiology* 2010, 113(4):859-872.
- [21] Tasali E, Ip MS: Obstructive sleep apnea and metabolic syndrome: alterations in glucose metabolism and inflammation. *Proceedings of the American Thoracic Society* 2008, 5(2):207-217.
- [22] Frisch A, Chandra P, Smiley D, Peng L, Rizzo M, Gatcliffe C, Hudson M, Mendoza J, Johnson R, Lin E *et al*: Prevalence and clinical outcome of hyperglycemia in the perioperative period in noncardiac surgery. *Diabetes care* 2010, 33(8):1783-1788.
- [23] Guidone C, Manco M, Valera-Mora E, Iaconelli A, Gniuli D, Mari A, Nanni G, Castagneto M, Calvani M, Mingrone G: Mechanisms of recovery from type 2 diabetes after malabsorptive bariatric surgery. *Diabetes* 2006, 55(7):2025-2031.
- [24] Kaw R, Pasupuleti V, Walker E, Ramaswamy A, Foldvary-Schafer N: Postoperative complications in patients with obstructive sleep apnea. *Chest* 2012, 141(2):436-441.
- [25] Lavie P, Herer P, Hoffstein V: Obstructive sleep apnoea syndrome as a risk factor for hypertension: population study. *BMJ* 2000, 320(7233):479-482.
- [26] Dyken ME, Somers VK, Yamada T, Ren ZY, Zimmerman MB: Investigating the relationship between stroke and obstructive sleep apnea. *Stroke* 1996, 27(3):401-407.
- [27] Hung J, Whitford EG, Parsons RW, Hillman DR: Association of sleep apnoea with myocardial infarction in men. *Lancet* 1990, 336(8710):261-264.
- [28] Katsumata K, Okada T, Miyao M, Katsumata Y: High incidence of sleep apnea syndrome in a male diabetic population. *Diabetes research and clinical practice* 1991, 13(1-2):45-51.
- [29] Guilleminault C, Li K, Chen NH, Poyares D: Two-point palatal discrimination in patients with upper airway resistance syndrome, obstructive sleep apnea syndrome, and normal control subjects. *Chest* 2002, 122(3):866-870.
- [30] Rosenthal LD, Dolan DC: The Epworth sleepiness scale in the identification of obstructive sleep apnea. *The Journal of nervous and mental disease* 2008, 196(5):429-431.
- [31] 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(12):2050-2057.
- [32] Poirier P, Alpert MA, Fleisher LA, Thompson PD, Sugerman HJ, Burke LE, Marceau P, Franklin BA: Cardiovascular evaluation and management of severely obese patients undergoing surgery: a science advisory from the American Heart Association. *Circulation* 2009, 120(1):86-95.

- [33] Jacobson BC, Somers SC, Fuchs CS, Kelly CP, Camargo CA, Jr.: Body-mass index and symptoms of gastroesophageal reflux in women. *N Engl J Med* 2006, 354(22):2340-2348.
- [34] Edholm D, Kullberg J, Haenni A, Karlsson FA, Ahlstrom A, Hedberg J, Ahlstrom H, Sundbom M: Preoperative 4-week low-calorie diet reduces liver volume and intrahepatic fat, and facilitates laparoscopic gastric bypass in morbidly obese. *Obes Surg* 2011, 21(3):345-350.
- [35] Gupta RM, Parvizi J, Hanssen AD, Gay PC: Postoperative complications in patients with obstructive sleep apnea syndrome undergoing hip or knee replacement: a case-control study. *Mayo Clinic proceedings* 2001, 76(9):897-905.
- [36] Ueda K, Hussey P: Dynamic Ultrasound-Guided Short-Axis Needle Tip Navigation Technique for Facilitating Cannulation of Peripheral Veins in Obese Patients. *Anesth Analg* 2017, 124(3):831-833.
- [37] Hennis PJ, Meale PM, Hurst RA, O'Doherty AF, Otto J, Kuper M, Harper N, Sufi PA, Heath D, Montgomery HE *et al*: Cardiopulmonary exercise testing predicts postoperative outcome in patients undergoing gastric bypass surgery. *Br J Anaesth* 2012, 109(4):566-571.
- [38] Leykin Y, Pellis T, Lucca M, Lomangino G, Marzano B, Gullo A: The pharmacodynamic effects of rocuronium when dosed according to real body weight or ideal body weight in morbidly obese patients. *Anesth Analg* 2004, 99(4):1086-1089, table of contents.
- [39] Pandit JJ, Andrade J, Bogod DG, Hitchman JM, Jonker WR, Lucas N, Mackay JH, Nimmo AF, O'Connor K, O'Sullivan EP *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(4):549-559.
- [40] McKay RE, Malhotra A, Cakmakkaya OS, Hall KT, McKay WR, Apfel CC: Effect of increased body mass index and anaesthetic duration on recovery of protective airway reflexes after sevoflurane vs desflurane. *Br J Anaesth* 2010, 104(2):175-182.
- [41] Absalom AR, Mani V, De Smet T, Struys MM: Pharmacokinetic models for propofol -defining and illuminating the devil in the detail. *Br J Anaesth* 2009, 103(1):26-37.
- [42] Hammoud HA, Aymard G, Lechat P, Boccheciampe N, Riou B, Aubrun F: Relationships between plasma concentrations of morphine, morphine-3-glucuronide, morphine-6-glucuronide, and intravenous morphine titration outcomes in the postoperative period. *Fundamental & clinical pharmacology* 2011, 25(4):518-527.
- [43] Langeron O, Masso E, Huraux C, Guggiari M, Bianchi A, Coriat P, Riou B: Prediction of difficult mask ventilation. *Anesthesiology* 2000, 92(5):1229-1236.
- [44] Brodsky JB, Lemmens HJM, Brock-Utne JG, Vierra M, Saidman LJ: Morbid obesity and tracheal intubation. *Anesth Analg* 2002, 94(3):732-736.
- [45] Baraka AS, Taha SK, El-Khatib MF, Massouh FM, Jabbour DG, Alameddine MM: Oxygenation using tidal volume breathing after maximal exhalation. *Anesth Analg* 2003, 97(5):1533-1535.
- [46] Futier E, Constantin JM, Petit A, Jung B, Kwiatkowski F, Duclos M, Jaber S, Bazin JE: Positive end-expiratory pressure improves end-expiratory lung volume but not oxygenation after induction of anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol* 2010, 27(6):508-513.
- [47] Delay JM, Sebbane M, Jung B, Nocca D, Verzilli D, Pouzeratte Y, Kamel ME, Fabre JM, Eledjam JJ, Jaber S: The effectiveness of noninvasive positive pressure ventilation to enhance preoxygenation in morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesth Analg* 2008, 107(5):1707-1713.
- [48] Futier E, Constantin JM, Pelosi P, Chanques G, Massone A, Petit A, Kwiatkowski F, Bazin JE, Jaber S: Noninvasive ventilation and alveolar recruitment maneuver improve respiratory function during and after intubation of morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesthesiology* 2011, 114(6):1354-1363.

- [49] Patel A, Nouraei SA: Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange (THRIVE): a physiological method of increasing apnoea time in patients with difficult airways. *Anaesthesia* 2015, 70(3):323-329.
- [50] Heinrich S, Horbach T, Stubner B, Prottengeier J, Irouschek A, Schmidt J: Benefits of Heated and Humidified High Flow Nasal Oxygen for Preoxygenation in Morbidly Obese Patients Undergoing Bariatric Surgery : A Randomized Controlled Study. *J Obes Bariatrics* 2014, 1 (1):7.
- [51] Dixon BJ, Dixon JB, Carden JR, Burn AJ, Schachter LM, Playfair JM, Laurie CP, O'Brien PE: Preoxygenation is more effective in the 25 degrees head-up position than in the supine position in severely obese patients: a randomized controlled study. *Anesthesiology* 2005, 102(6):1110-1115; discussion 1115A.
- [52] Altermatt FR, Muñoz HR, Delfino AE, Cortínez LI: Pre-oxygenation in the obese patient: effects of position on tolerance to apnoea. *British journal of anaesthesia* 2005, 95(5):706-709.
- [53] Sabate JM, Jouet P, Merrouche M, Pouzoulet J, Maillard D, Harnois F, Msika S, Coffin B: Gastroesophageal reflux in patients with morbid obesity: a role of obstructive sleep apnea syndrome? *Obes Surg* 2008, 18(11):1479-1484.
- [54] Jaber S, Coisel Y, Chanques G, Futier E, Constantin JM, Michelet P, Beaussier M, Lefrant JY, Allaouchiche B, Capdevila X *et al*: A multicentre observational study of intra-operative ventilatory management during general anaesthesia: tidal volumes and relation to body weight. *Anaesthesia* 2012, 67(9):999-1008.
- [55] Futier E, Constantin JM, Paugam-Burtz C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, Marret E, Beaussier M, Gutton C, Lefrant JY *et al*: A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery. *N Engl J Med* 2013, 369(5):428-437.
- [56] Malhotra A, Hillman D: Obesity and the lung: 3. Obesity, respiration and intensive care. *Thorax* 2008, 63(10):925-931.
- [57] Pepin JI BJ, Janssens, J. P.: Obesity hypoventilation syndrome: an underdiagnosed and undertreated condition. *Am J Respir Crit Care Med* 2012, Dec 15;186(12):1205-7.
- [58] Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, Tredici S, Pedoto A, Lissoni A, Gattinoni L: The effects of body mass on lung volumes, respiratory mechanics, and gas exchange during general anesthesia. *Anesth Analg* 1998, 87(3):654-660.
- [59] Fumagalli J, Berra L, Zhang C, Pirrone M, Santiago RRS, Gomes S, Magni F, Dos Santos GAB, Bennett D, Torsani V *et al*: Transpulmonary Pressure Describes Lung Morphology During Decremental Positive End-Expiratory Pressure Trials in Obesity. *Crit Care Med* 2017, 45(8):1374-1381.
- [60] Constantin J-M, Jaber S, Futier E, Cayot-Constantin S, Verny-Pic M, Jung B, Bailly A, Guerin R, Bazin J-E: Respiratory effects of different recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome. *Critical care (London, England)* 2008, 12(2).
- [61] Aldenkortt M, Lysakowski C, Elia N, Brochard L, Tramer MR: Ventilation strategies in obese patients undergoing surgery: a quantitative systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 2012, 109(4):493-502.
- [62] Jaber S, Petrof BJ, Jung B, Chanques G, Berthet J-P, Rabuel C, Bouyabrine H, Courouble P, Koechlin-Ramonatxo C, Sebbane M *et al*: Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. *Am J Respir Crit Care Med* 2011, 183(3):364-371.
- [63] Neligan PJ, Malhotra G, Fraser M, Williams N, Greenblatt EP, Cereda M, Ochroch EA: 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(4):878-884.

- [64] Jaber S, De Jong A, Castagnoli A, Futier E, Chanques G: Non-invasive ventilation after surgery. *Ann Fr Anesth Reanim* 2014, 33(7-8):487-491.
- [65] Azoulay E, Kouatchet A, Jaber S, Lambert J, Meziani F, Schmidt M, Schnell D, Mortaza S, Conseil M, Tchenio X *et al*: Noninvasive mechanical ventilation in patients having declined tracheal intubation. *Intensive care medicine* 2013, 39(2):292-301.
- [66] Jaber S, Michelet P, Chanques G: Role of non-invasive ventilation (NIV) in the perioperative period. *Best practice & research Clinical anaesthesiology* 2010, 24(2):253-265.
- [67] Jaber S, Chanques G, Jung B: Postoperative noninvasive ventilation. *Anesthesiology* 2010, 112(2):453-461.
- [68] Bahammam AS, Al-Jawder SE: Managing acute respiratory decompensation in the morbidly obese. *Respirology* 2012, 17(5):759-771.
- [69] Jaber S, Chanques G: Another step for noninvasive ventilation in chronic obstructive pulmonary disease patients! *Crit Care* 2010, 14(3):163.
- [70] Carrillo A, Ferrer M, Gonzalez-Diaz G, Lopez-Martinez A, Llamas N, Alcazar M, Capilla L, Torres A: 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(12):1279-1285.
- [71] Awad S, Carter S, Purkayastha S, Hakky S, Moorthy K, Cousins J, Ahmed AR: Enhanced recovery after bariatric surgery (ERABS): clinical outcomes from a tertiary referral bariatric centre. *Obes Surg* 2014, 24(5):753-758.
- [72] Rowland SP, Dharmarajah B, Moore HM, Lane TR, Cousins J, Ahmed AR, Davies AH: Inferior vena cava filters for prevention of venous thromboembolism in obese patients undergoing bariatric surgery: a systematic review. *Annals of surgery* 2015, 261(1):35-45.
- [73] Nightingale CE, Margaron MP, Shearer E, Redman JW, Lucas DN, Cousins JM, Fox WT, Kennedy NJ, Venn PJ, Skues M *et al*: Peri-operative management of the obese surgical patient 2015: Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland Society for Obesity and Bariatric Anaesthesia. *Anaesthesia* 2015, 70(7):859-876.
- [74] De Jong A, Molinari N, Sebbane M, Prades A, Fellow N, Futier E, Jung B, Chanques G, Jaber S: Feasibility and Effectiveness of Prone Position in Morbidly Obese Patients With ARDS: A Case-Control Clinical Study. *Chest* 2013, 143(6):1554-1561.
- [75] Mahul M, Jung B, Galia F, Molinari N, de Jong A, Coisel Y, Vaschetto R, Matecki S, Chanques G, Brochard L *et al*: Spontaneous breathing trial and post-extubation work of breathing in morbidly obese critically ill patients. *Crit Care* 2016, 20(1):346.
- [76] De Jong A, Jung B, Chanques G, Jaber S, Molinari N: Obesity and mortality in critically ill patients: another case of the simpson paradox? *Chest* 2012, 141(6):1637-1638.
- [77] De Jong A, Verzilli D, Sebbane M, Monnin M, Belafia F, Cisse M, Conseil M, Carr J, Jung B, Chanques G *et al*: Medical Versus Surgical ICU Obese Patient Outcome: A Propensity-Matched Analysis to Resolve Clinical Trial Controversies. *Crit Care Med* 2018.
- [78] De Jong A, Deras P, Martinez O, Latry P, Jaber S, Capdevila X, Charbit J: Relationship between Obesity and Massive Transfusion Needs in Trauma Patients, and Validation of TASH Score in Obese Population: A Retrospective Study on 910 Trauma Patients. *PloS one* 2016, 11(3):e0152109.
- [79] Anzueto A, Frutos-Vivar F, Esteban A, Bensalame N, Marks D, Raymondos K, Apezteguía C, Arabi Y, Hurtado J, González M *et al*: Influence of body mass index on outcome of the mechanically ventilated patients. *Thorax* 2011, 66(1):66-73.

- [80] O'Brien Jm PG, Ali Na, Aberegg Sk, Marsh Cb, Lemeshow, S.: The association between body mass index, processes of care, and outcomes from mechanical ventilation: a prospective cohort study. *Crit Care Med* 2012, 40(5):1456-63.
- [81] Gong MN, Bajwa EK, Thompson BT, Christiani DC: Body mass index is associated with the development of acute respiratory distress syndrome. *Thorax* 2010, 65(1):44-50.
- [82] De Jong A, Carreira S, Na N, Carillion A, Jiang C, Beuvin M, Lacorte JM, Bonnefont-Rousselot D, Riou B, Coirault C: Diaphragmatic function is enhanced in fatty and diabetic fatty rats. *PloS one* 2017, 12(3):e0174043.
- [83] De Jong A, Jung B, Jaber S: Intubation in the ICU: we could improve our practice. *Crit Care* 2014, 18(2):209.
- [84] Jung B, Mahul M, Breilh D, Legeron R, Signe J, Jean-Pierre H, Uhlemann AC, Molinari N, Jaber S: Repeated Piperacillin-Tazobactam Plasma Concentration Measurements in Severely Obese Versus Nonobese Critically Ill Septic Patients and the Risk of Under- and Overdosing. *Crit Care Med* 2017, 45(5):e470-e478.