

**Zeitschrift:** Tracés : bulletin technique de la Suisse romande  
**Herausgeber:** Société suisse des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 129 (2003)  
**Heft:** 13: Anesthésie + ingénierie

**Artikel:** Des outils de monitoring toujours plus perfectionnés  
**Autor:** Brasey, Bernard  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-99218>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 29.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Des outils de **monitorage** toujours plus perfectionnés

« Mourir ou s'endormir, ce n'est pas du tout la même chose », chante Barbara. Pourtant, lorsqu'on parle de sommeil artificiel, c'est à la vigilance et à la compétence de l'anesthésiste que l'on doit de ne pas franchir cette frontière. Tout l'art de ce dernier consiste à plonger son patient dans un état où conscience, douleurs et réflexes - même les plus vitaux telle la respiration - s'estompent. Du judicieux dosage des anesthésiants et autres substances ou gaz utilisés dépend le succès de l'opération ainsi que le bon déroulement de la phase post-opératoire. Totalement expérimental et basé sur l'observation humaine de paramètres physiologiques à ses débuts, ce processus résulte actuellement de l'analyse de données complexes fournies par des appareils de mesure *ad hoc*. (FK)

## L'anesthésiologie vue par l'ingénieur

Bien que l'observation humaine - le plus ancien des monitorages - ne doive jamais être négligée, elle trouve ses limites en salle d'opération lorsque le patient, recouvert de champs stériles, est la plupart du temps invisible ou inaccessible.

Il y a plus de trois siècles, Galilée nous indiquait déjà la voie à suivre : « Mesurez ce qui est mesurable et rendez mesurable ce qui ne l'est pas encore. »

Le concept de gestion du processus d'anesthésie intègre la consultation pré-anesthésique, la phase péri-opératoire, et la phase post-opératoire. Durant ces différentes étapes, des équipements électroniques (ou monitorage) dialoguent entre eux, mesurent, contrôlent, informent et gèrent des informations. En anesthésie, le monitorage est un domaine qui a connu un développement fulgurant au cours des trente dernières années, et la discipline a passé d'un art à une science où la technologie tient un rôle majeur. Les limites sont pourtant loin d'être atteintes et nous sommes constamment confrontés à l'évolutivité de la technique comme dans tous les domaines qui nous environnent.

## Les étapes du processus anesthésique

Dans sa pratique, l'anesthésiste doit aborder des phases comparables à celles qui ont cours dans l'aviation, soit :

- la consultation pré-anesthésique (préparation au vol),
- l'endormissement (décollage),
- la phase péri-opératoire (vol proprement dit),
- le réveil (atterrissage).

Le patient est préparé par l'anesthésiste pour l'intervention. Il s'appuie sur des instruments lui fournissant une quantité de paramètres (valeurs chiffrées, courbes) et dotés d'alarmes d'importance graduelle, mais il n'y a pas beaucoup d'asservissement dans ce domaine, car aucun des ces paramètres n'a de valeur sans l'interprétation qui en résulte, même si des boucles rétroactives sont activées pour garantir un état de sécurité majeure du patient.

L'anesthésie générale est souvent définie par le cumul des conditions suivantes :

- l'analgésie (suppression de la douleur),
- l'inconscience (perte de connaissance, sommeil),
- l'amnésie (absence de souvenir de l'acte opératoire),
- la relaxation musculaire (immobilisation, absence de réflexes),
- la ventilation du patient (oxygénation, maintien des fonctions vitales).

## Le monitorage

L'équipement technologique permettant la surveillance et l'aide respiratoire (ventilation) durant l'intervention est un système comprenant le monitorage des paramètres physiologiques du patient, ainsi qu'un ventilateur (ou respirateur) destiné à soutenir ou remplacer la fonction respiratoire pour délivrer l'oxygène et ses mélanges.

Le rôle de l'ingénieur est de concevoir un système d'anesthésie évolutif et des systèmes de mesure des paramètres du patient qui offrent des critères objectifs, précis et fiables, sous forme de courbes et de valeurs numériques comme aides à la décision dans un environnement restreint et difficile (fig. 1).

Le système doit en outre être aussi convivial, sûr et ergonomique que possible, afin de favoriser le déroulement adé-

quat d'une procédure anesthésique offrant toutes les garanties de sécurité pour le patient, sans perdre de vue que son utilisation routinière doit être simple et économique.

Enfin, compte tenu de la complexité du domaine, des risques encourus, des rocamboles et des tâches complexes de maintenance assurées par le personnel, il est impératif d'avoir une vision claire de la structure et de la configuration de l'équipement du service d'anesthésie.

L'alliance de l'expertise clinique des praticiens et du savoir-faire des ingénieurs a apporté au monitoring des améliorations allant dans le sens d'une surveillance plus globale et plus intuitive du patient, qui intègre à la fois la modularité des paramètres, l'asservissement par logiciel des interfaces, la conception d'organes de contrôle aisément compréhensibles, des valeurs de consigne claires, ainsi que la précision des valeurs mesurées. La technologie est alors pleinement au service de l'anesthésiste et tient compte de ses besoins et spécificités.

Directement relevés sur le patient par des capteurs simples et robustes, dépourvus d'électronique, économiques, rapides à poser et à enlever, les paramètres physiologiques essentiels surveillés durant l'intervention englobent (fig. 2 et 3)

- les facteurs hémodynamiques (pression non-invasive, invasive, température, activité cardiaque ECG, saturation en oxygène (SPO<sub>2</sub>), ainsi que les paramètres dérivés et calculés);
- la respiration (volume, pression, débit, mécanique pulmonaire, échanges gazeux O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, agents, ainsi que les paramètres dérivés et calculés);
- le degré d'hypnose et d'analgésie (relaxation, électro-encéphalographie EEG).

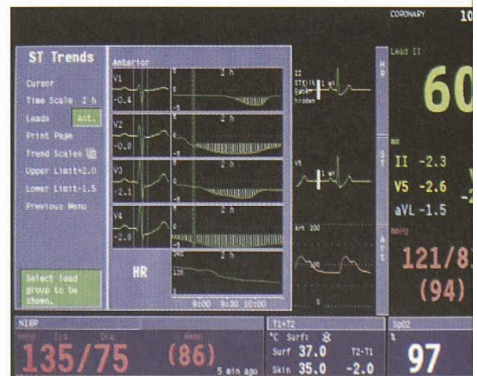
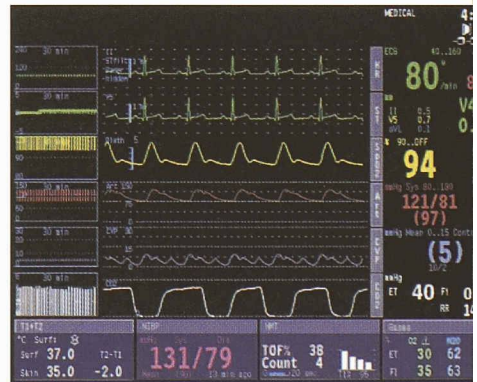
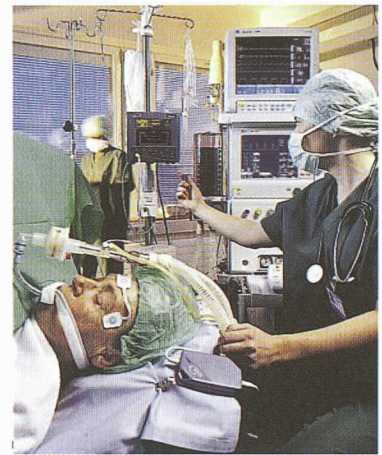
Le système d'alarme est différencié par des couleurs spécifiques et une modulation de sons contrastée en fonction de la gravité des écarts mesurés et détectés. Une configuration mémorisée des modes de travail permet de créer son propre environnement des paramètres mesurés en fonction du type d'intervention. Les interactions manuelles sont intuitives, claires et se retrouvent dans tous les éléments composant le concept. Les valeurs sont sauvegardées dans la mémoire des moniteurs constitués de cartes de PC.

Chacun de ces paramètres a sa propre histoire, la prise de pression non-invasive, manuelle il y a encore trente ans, est entièrement automatisée aujourd'hui. La mesure de la saturation en oxygène (SPO<sub>2</sub>) est devenue un standard de la surveillance. La mesure de l'activité cardiaque ECG se décline avec toutes sortes de valeurs annexes : segment ST, comptage et classement des arythmies. La température se prend par infra-rouge sans contact avec le patient (un perfectionne-

### Rôle crucial du monitoring

Voici un exemple de situation clinique dans laquelle la prise en charge anesthésiologique dépend de manière déterminante d'un soutien technologique adéquat: un patient de 83 ans, coronarien connu, chute à son domicile et subit un éclatement de la rate, résultant en une hémorragie intra-abdominale. Le traitement consiste à réséquer le plus vite possible cet organe richement vascularisé en train de saigner abondamment. L'anesthésiste a équipé son patient d'un cathéter intra-artériel, afin d'être renseigné sur la pression artérielle de façon continue. Or, dès l'ouverture de l'abdomen, cette pression chute soudain brusquement. L'anesthésiste doit alors déterminer sans délai quelle est l'origine de cette anomalie menaçante. Parmi les causes possibles, il recherchera une brusque augmentation de l'hémorragie, un surdosage en anesthésique ou une défaillance du cœur surajoutée, dont les artères sont obstruées. Un dialogue avec le chirurgien, un coup d'œil dans le champ opératoire, l'aspect du tracé électro-cardiographique et la concentration de l'anesthésique volatil permettront à l'anesthésiste de déterminer l'origine de l'hypotension et de la traiter immédiatement de façon appropriée. Sans la mesure et l'affichage sur l'écran du moniteur des paramètres en jeu, cette situation aurait rapidement pu évoluer de façon critique.

Daniel Freymond



ment particulièrement bienvenu face à des menaces comme le SRAS) et nous pourrions continuer à énumérer les avancées.

Aussi, dans le cadre de cet article, nous limiterons-nous à quelques paramètres dominants qui apportent un nouvel éclairage sur le domaine.

### Monitoring de la profondeur de l'anesthésie

La mesure de la profondeur de l'anesthésie (fig. 3) est certainement le paramètre qui présente actuellement le potentiel de développement le plus important et il fait l'objet de nouvelles approches technologiques par différentes méthodes de traitement de l'EEG.

Le monitoring de la « profondeur » de l'anesthésie a toujours été une ambition majeure de l'anesthésie depuis l'introduction des produits médicamenteux.

Anesthésier un patient répond en effet à deux objectifs : contrôler l'hypnose et annuler des réactions motrices et hémodynamiques. Chaque patient étant unique, il nécessite donc une anesthésie individualisée pour provoquer l'inconscience et une analgésie assurant efficacement le blocage des mouvements réflexes.

Dans sa lettre de 1847 à la revue *Lancet*, Plomley décrivait ainsi la gradation des états provoqués par l'inhalation d'éther : « sensation d'ivresse partielle - plaisir extrême - ivresse profonde et insensibilité ». Dans la pratique clinique de l'anesthésie classique, des paramètres tels que la pression artérielle, la fréquence cardiaque, la fréquence respiratoire, le rythme et la profondeur de la respiration, le tonus musculaire, les signes oculaires, les larmes et la sudation permettent de s'assurer que l'anesthésie est adéquate. Or le caractère indirect et non-spécifique de tous ces paramètres fait qu'ils peuvent présenter de larges variations en fonction de la maladie, des agents pharmacologiques et de la technique chirurgicale, sans compter sur une large variabilité entre patients.

La quête porte aujourd'hui sur le moniteur idéal pour mesurer de manière objective l'état hypnotique et ce, sur l'organe cible des drogues, soit le cerveau et ses cellules dont l'activité électrique se modifie spontanément avec un changement de l'état hypnotique. L'objectif des ingénieurs est un système d'interprétation en temps réel des modifications de ce signal, appelé index bispectral *BIS*<sup>TM</sup>, couplé à un support de prise du signal simple, facile à appliquer, non-invasif et indépendant de la technique anesthésique et des agents médicamenteux utilisés.

L'index bispectral *BIS*<sup>TM</sup> est une mesure directe de l'effet anesthésique, dérivée de l'EEG spontané, qui atteste les effets hypnotiques des substances anesthésiques. Cette valeur

intègre des indices fondamentaux sous forme d'un index avec une échelle de 0 (isoélectrique) à 100 (éveillé).

L'analyse du signal est de plusieurs ordres.

- L'analyse temporelle consiste à examiner uniquement l'amplitude du signal soit le voltage par rapport à la ligne isoélectrique.
- L'analyse spectrale consiste en une décomposition du signal en profils de fréquence EEG. Habituellement constitué d'ondes rapides et de faible amplitude pour un patient éveillé, l'EEG se modifie en effet parallèlement à l'approfondissement de l'hypnose vers des ondes lentes et de grande amplitude pour un patient profondément endormi (béta (13-30 Hz) : concentration mentale, faibles doses de sédatifs ; alpha (8-13 Hz) : état alerte relaxé, anesthésie légère ; thêta (4-8 Hz) anesthésie générale ; delta (<4 Hz) anesthésie profonde, ischémie, surdose).
- L'analyse bi-spectrale consiste - après une décomposition du signal brut en une somme de signaux - à examiner la synchronisation des ondes entre elles : il existe alors une relation de phase : anarchique pour un patient éveillé et synchronisée parallèlement à l'approfondissement de l'hypnose.

Les bénéfices démontrés sont une moindre consommation médicamenteuse avec une meilleure qualité des procédures. Le réveil des patients est plus alerte et orienté, et l'incidence des nausées et vomissements post-anesthésiques plus faible.

### Monitoring de la respiration et spirométrie

Durant la respiration artificielle, l'anesthésiste est habitué à penser en termes de pression, débit, compliance (=volume/pression) et résistance des voies aériennes - des paramètres qui ne peuvent être mesurés et calculés que dans des limites restreintes au cours d'une opération.

Bien que la spirométrie ait été inventée par J. Hutchinson en 1846 déjà, cette technique d'un grand intérêt n'a jamais été utilisée de façon systématique en anesthésie en raison de sa complexité.

De nos jours, c'est la spirométrie par flux latéral qui fournit les informations sur la fonction pulmonaire. La boucle pression-volume permet de déterminer les réglages optimaux du respirateur. Simultanément, la boucle débit-volume permet de suivre les changements liés au débit. Ces informations sont rapprochées d'autres paramètres essentiels tels que les concentrations de gaz CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>O et les fractions inspirées d'agents anesthésiques.

Le but de tout anesthésiste est d'assurer à son patient sous anesthésie une ventilation optimale. Or monitorer la respiration du patient en direct est souvent difficile à cause des limi-

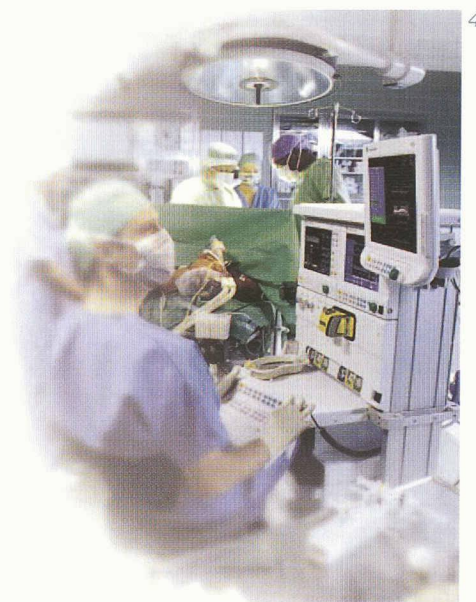
Fig. 4 : Respirateur pour le contrôle de la ventilation du patient  
 Fig. 5 : Dispositif de mesure des paramètres respiratoires (module de spirométrie)

tations technologiques des moniteurs existant sur le marché. La plupart des appareils utilisés à cet effet se trouvent loin du patient (fig. 4) et ne peuvent donc pas analyser les valeurs réelles le concernant. Les anesthésistes reconnaissent que le meilleur endroit pour mesurer les valeurs effectives, c'est-à-dire les pressions et volumes des gaz dans les voies aériennes, devrait être aussi proche que possible du poumon du patient.

Pour satisfaire cette exigence de proximité, un nouveau détecteur léger en matière plastique, le *D-lite*, a été conçu pour être placé directement sur le tube endotrachéal du patient. Ce dispositif mesure non seulement les échanges des gaz standards patient ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  et  $\text{N}_2$  de l'air ambiant), mais mesure et affiche aussi les pressions patient (*PI max.*, *moy.*, *plat.*, *PEEP*)<sup>1</sup>, les volumes (minute et courant), les boucles (pression-volume et débit-volume), et les courbes en fonction du temps (pression et débit), le tout en temps réel. Des affichages numériques supplémentaires donnent le calcul de la compliance, la variation de la résistance ( $\text{V1.0}(\%)$ ) et les tendances. Cette technique est appelée spirométrie par flux latéral (fig. 5).

Pourquoi monitorer la respiration (ventilation) du patient ? Un argument primordial a été avancé par un rapport de l'ASA (l'association américaine d'anesthésiologie) précisant que « les événements néfastes associés à des problèmes respiratoires représentent la plus grande partie des accidents enregistrés ». Alors que la standardisation de l'oxymétrie de pouls et du monitoring de l' $\text{ETCO}_2$  (concentration télé-expiratoire en  $\text{CO}_2$ , reflétant la  $\text{PCO}_2$  artérielle) a largement amélioré la sécurité du patient en salle d'opération, les statistiques ont prouvé qu'une ventilation inadéquate était la cause la plus fréquente des incidents liés à des problèmes respiratoires. La qualité de la ventilation avant, pendant et après une anesthésie peut en effet être compromise par des causes techniques : des fuites dans le circuit ou dans le masque, des réglages incorrects du respirateur, un tuyau débranché, des pressions incorrectes sont quelques-uns des problèmes à éviter pour réaliser une ventilation optimale. Les considérations propres au patient doivent également être prises en compte dans le tableau ventilatoire. Quelques autres facteurs affectant la ventilation de façon négative sont dus aux trois réglages couramment modifiés sur le respirateur. Portant sur le débit de gaz frais, le rapport inspiration/expiration et la fréquence respiratoire, ces réglages peuvent entraîner l'augmentation ou la diminution des volumes avec des conséquences inattendues et dangereuses.

<sup>1</sup> Soit pressions inspiratoires maximale, moyenne et de plateau ; et pression positive en fin d'expiration (positive end-expiratory pressure)



A quel niveau la ventilation du patient doit-elle être monitorée ? Comme nous l'avons vu, le meilleur endroit pour mesurer les valeurs patient se trouve à proximité de la source d'information, soit le poumon. Or les moniteurs de gaz classiques pour anesthésie sont utilisés avec les machines d'anesthésie, les détecteurs utilisés étant fixés quelque part dans le circuit, loin du patient. Les paramètres classiques mesurés sont le volume courant, le volume minute et la pression inspiratoire maximale *PI max*. Bien qu'elles correspondent aux valeurs réelles du patient, ces mesures sont sujettes à des erreurs systématiques, tandis que celles effectuées sur les voies aériennes mêmes du patient reflètent mieux ces valeurs réelles et réduisent l'impact d'éventuelles erreurs. Pour bien comprendre les complications associées à la délivrance de la ventilation au patient et à son maintien adéquat,

il faut avoir à l'esprit qu'un système de ventilation comprend trois éléments : la machine d'anesthésie, le circuit respiratoire et le patient.

Par sa conception même, la machine d'anesthésie rend difficile la détermination précise de la ventilation. Les respirateurs et les soufflets sont donnés avec des marges d'erreur et il est courant d'avoir des écarts allant de 150 à 300 ml entre les volumes demandés et les volumes réellement délivrés au patient. Les causes en sont les absorbeurs de CO<sub>2</sub> et les circuits ventilatoires anesthésiques : on estime en effet que pour 1 cm H<sub>2</sub>O de pression dans le circuit on perd 2 à 3 ml de volume par cycle respiratoire à cause de la distension des tuyaux. Dans une plage de pression normale de 20 à 30 cm H<sub>2</sub>O par cycle respiratoire, on arrive ainsi à une perte de volume courant de 60 à 90 ml par respiration. Quant aux fuites ou branchements incorrects dans le circuit et sur la machine, ils sont à l'origine - de même que les variations de température et d'humidité - d'erreurs systématiques.

En général, les moniteurs de volume ne sont pas à même de compenser les effets sur la calibration dus aux différentes concentrations de gaz. Le CO<sub>2</sub>, l'O<sub>2</sub>, le N<sub>2</sub>O et les agents anesthésiques ont des masses moléculaires différentes qui doivent être prises en compte dans la mesure des volumes. L'emplacement du capteur est une autre source importante d'écarts dans les informations. Il est essentiel de savoir exactement ce qui est mesuré : la machine d'anesthésie ou les valeurs patient. Or plus le site de la mesure est éloigné de la source désirée, plus l'information recueillie est déformée et moins elle reflète la valeur réelle du patient. Finalement, comme indiqué précédemment, de simples changements des réglages courants tels que le débit de gaz frais, la fréquence de ventilation et le rapport inspiration/expiration peuvent entraîner des écarts importants entre les volumes affichés et les volumes délivrés au patient.

Quel est l'avenir du monitoring de la ventilation patient ? Avec l'évolution de la technologie de détection et la possibilité de mesurer et de suivre les paramètres de spirométrie dans les voies aériennes du patient, le monitoring de la ventilation du patient semble promis à un bel avenir, la gestion des paramètres respiratoires en anesthésie passant ainsi du domaine de la théorie à la gestion appliquée en temps réel. La recherche clinique a souvent présidé à de nouvelles améliorations de la ventilation du patient et des constats empiriques laissent en l'occurrence penser que son monitoring est encore susceptible d'améliorer la sécurité du patient anesthésié dans de nombreux domaines.

Élément essentiel de la spirométrie par flux latéral, l'échantillonneur de gaz et capteur de débit est une petite pièce de

plastique légère et compacte qui a pour fonction de capter les débits et de prélever les échantillons de gaz. La vitesse du gaz est obtenue quand la pression dynamique est mesurée entre deux orifices tubulaires logés de part et d'autre d'un cylindre de plastique de 5 cm muni de chicanes créant un flux laminaire. A l'inspiration, le gaz circule de la machine d'anesthésie vers le patient par le premier point qui mesure la pression totale ; en même temps, la pression mesurée au deuxième point est la pression statique. Cette dernière est soustraite de la pression dynamique totale pour afficher la pression dynamique, qui est proportionnelle à la vitesse du gaz. Le capteur étant conçu pour fonctionner dans les deux sens, ce processus est inversé à l'expiration, tandis que l'échantillon de gaz servant à mesurer les concentrations de CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O et de l'agent anesthésique est prélevé sur un troisième orifice.

Une des extrémités du *D-lite* est un cône sur lequel on branche le raccord en Y terminant les tuyaux du respirateur. L'autre extrémité, côté patient, est un autre cône pour branchement du tube endotrachéal. Un tuyau à double lumière, transmet le signal du débit sous forme de différence de pression au détecteur de pression interne du module de mesure de la spirométrie. En l'absence de débit de gaz dans le tuyau à double lumière, cette méthode de mesure permet d'exclure les problèmes d'humidité et de contamination. Enfin, le tuyau d'échantillonnage des gaz respiratoires, également branché sur le *D-lite*, complète le dispositif de monitoring : l'échantillonnage de gaz est important non seulement pour mesurer les valeurs patient de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O et de l'agent anesthésique, mais aussi pour compenser les effets des compositions différentes des mélanges gazeux sur le volume courant et le volume minute.

### Assistance de la respiration

En anesthésie, la ventilation est le premier échelon à maîtriser pour garantir une oxygénation suffisante des organes vitaux.

Durant une anesthésie générale, le patient reçoit en effet des médicaments destinés à relâcher la musculature et entraînant un arrêt de la respiration spontanée, qui doit alors être assurée soit mécaniquement soit manuellement. Une station d'anesthésie est conçue pour mélanger et doser les gaz respiratoires administrés au patient et lui fournir - en volume comme en pression - la mécanique respiratoire la plus proche possible de sa physiologie par un apport de volume courant, à une fréquence et un rapport inspiration/expiration définis.

Grâce à l'utilisation de médicaments spécifiques et de circuits spéciaux de distribution d'air, les cliniciens préfèrent de plus en plus - lorsque l'acte chirurgical le permet ! - que leurs

patients respirent d'eux-mêmes plutôt que de les paralyser et de devoir contrôler leur respiration. Les bénéfices de ces changements d'habitudes ventilatoires sont la réduction des complications et une sortie plus rapide des patients des blocs opératoires.

Comment optimiser la respiration du patient ? Le but visé par le développement de nouveaux modes ventilatoires est le maintien de la capacité de respiration spontanée du patient. Avec l'utilisation croissante de masques laryngés et la volonté de voir le patient respirer spontanément, des modes de respiration assistés en volume ou en pression ont pour vocation d'étendre les capacités cliniques des systèmes d'assistance ventilatoire afin de répondre à ces nouvelles exigences pour chaque type de patient.

*PSVPro* est un mode ventilatoire en support de pression, avec un arrière-plan de protection d'apnée, qui permet à l'utilisateur de soutenir des patients respirant par eux-mêmes. Les effets positifs sont particulièrement marqués pour les patients équipés de masques laryngés, les enfants et les cas dans lesquels l'anesthésie intraveineuse est utilisée.

Mode ventilatoire à déclenchement spontané, le *PSVPro* délivre une respiration à pression constante quand le ventilateur détecte que le patient a fait un effort inspiratoire, détection qui fait appel à un mécanisme de déclenchement basé sur le débit. Dans ce mode, l'utilisateur choisit le support de pression et le patient respire à ses propres rythmes, débit inspiratoire et temps inspiratoire.

Le volume courant du patient est déterminé par la pression, les caractéristiques pulmonaires, l'effort fait par le patient et le niveau de support en pression. Le mode backup en cas d'apnée est prévu pour répondre à un arrêt de la respiration spontanée. Lorsque ce mode est sélectionné, l'utilisateur ajuste la pression inspiratoire (*P<sub>insp</sub>*), la fréquence respiratoire et le temps pour la phase inspiratoire (*T<sub>insp</sub>*). Le temps de retard pour l'apnée - ajustable de 10 à 30 secondes - doit aussi être défini.

Si le patient cesse de déclencher le ventilateur, celui-ci passe automatiquement en mode backup et commence à délivrer des respirations à pression contrôlée quant au niveau de pression inspiratoire, au temps inspiratoire et à la fréquence choisie par l'utilisateur. Si, alors qu'il est soumis à ce mode, le patient respire spontanément entre deux respirations fournies par le ventilateur, il recevra des respirations à pression assistée.

Le déclenchement par le débit est utilisé dans ces modes, car il fournit au ventilateur les moyens de déterminer quand le patient désire respirer. Un niveau limite pour l'inspiration est aussi inclus dans le *PSVPro*. Puisque le patient contrôle la

durée des respirations avec pression contrôlée, le ventilateur doit recevoir une indication pour stopper la ventilation. La fin de l'inspiration établit le pourcentage du débit le plus élevé auquel le ventilateur cessera de le délivrer pour permettre le commencement de l'expiration. Chez certains patients, dont la fréquence respiratoire est élevée, il peut être utile d'ajuster les réglages afin que le soutien en pression soit stoppé plus tôt. Cela rend ce mode ventilatoire encore plus sensible aux schémas respiratoires des patients et contribue à abaisser le travail respiratoire.

Enfin, la suppléance ventilatoire synchronisée et intermittente (*SIMV*) est un mode de ventilation traditionnel dans lequel des volumes respiratoires périodiques sont délivrés au patient à des intervalles prédéfinis. Entre les respirations ventilatoires, le patient peut respirer spontanément à la fréquence et au volume qui lui sont naturels. Une fonction additionnelle est la capacité de fournir un mode support en volume ou pression pour faciliter la respiration spontanée. Quand le mode support est sélectionné, le ventilateur délivre le niveau soutien de pression ou de volume au patient durant la phase inspiratoire. La pression positive en fin d'expiration - (ou *PEEP*) bénéfique pour prévenir une tendance au collapsus des alvéoles pulmonaires - peut être utilisée en combinaison avec ce mode.

## Conclusions

Si beaucoup de domaines pourraient encore être abordés, l'on se bornera à rappeler que tous les équipements mis au point ont pour objectif commun d'augmenter la sécurité du patient en offrant à l'anesthésiste des aides décisionnelles fiables et précises. Et l'on se gardera d'oublier que l'adage selon lequel « plus il y a de paramètres monitorés, plus le patient est en sécurité » n'est vrai que dans la mesure où l'appareillage électronique est au service d'un utilisateur qui sait s'en servir et interpréter les résultats mesurés.

Bernard Brasey, ing. ETS électronique  
Directeur Succ. romande, Anadic Medical Systems AG  
Av. des Boveresses 56, CH - 1010 Lausanne

