

COMMENT J'UTILISE EN PRATIQUE LE MONITORAGE DE LA CURARISATION ?

Bertrand Debaene

Service d'Anesthésie Réanimation Chirurgicale, CHU de Poitiers, 2 rue de la Milétrie, BP 577 ; 86021 Poitiers Cedex. E-mail : b.debaene@chu-poitiers.fr

INTRODUCTION

Depuis bientôt 15 ans de nombreuses études ont démontré que les propriétés pharmacodynamiques des curares non dépolarisants étaient différentes d'un groupe musculaire à l'autre. De même, les complications liées à la présence d'une paralysie résiduelle à l'arrivée en SSPI étaient fréquentes et parfois graves. Enfin des travaux réalisés chez des volontaires sains curarisés en l'absence d'anesthésie ont permis de redéfinir le degré du bloc neuromusculaire au-delà duquel la décurarisation est considérée comme achevée. Toutes ces données ont été utilisées pour améliorer notre compréhension d'un monitoring de la curarisation efficace et adapté aux différentes situations cliniques qu'une équipe d'anesthésie est amenée à prendre en charge au quotidien.

Le monitoring de la curarisation doit permettre de répondre, au cours de l'anesthésie et de la chirurgie, à au moins 4 questions :

- Après l'administration d'une dose d'intubation d'un curare non dépolarisant, le bloc obtenu est-il suffisamment profond pour intuber avec des conditions d'intubation excellentes voir bonnes ?
- Pendant l'acte chirurgical, le bloc est-il suffisant pour obtenir un relâchement musculaire adéquat ?
- A la fin de la chirurgie, quel est le meilleur moment pour réverser le bloc neuromusculaire en toute sécurité ?
- Et à la fin de l'anesthésie, comment être sûr que le bloc neuromusculaire est totalement absent ?

1. MONITORAGE LORS DE L'INSTALLATION DE LA CURARISATION

Avant de discuter plus avant cette phase du monitoring, un certain nombre de rappels doit être mentionné.

1.1. LA VARIABILITÉ INTERINDIVIDUELLE DE L'EFFET D'UNE DOSE DE CURARE NON DÉPOLARISANT

Lorsqu'une dose d'un curare non dépolarisant capable de produire un bloc neuromusculaire à 50 % (DA50) est injectée à 100 patients, les effets de cette dose présentent une extrême variabilité [1]. Si une majorité de patients présentait bien une curarisation à 50 %, 18 % d'entre eux étaient totalement curarisés et aucun effet n'avait été observé chez 17 %. L'absence de prédiction fiable du bloc attendu renforce l'idée que le monitoring de la curarisation doit être débuté avant l'injection de la première dose de curare.

1.2. LA RELATION EXISTANT ENTRE LE DEGRÉ DU BLOC LORS DE L'INTUBATION ET LA MORBIDITÉ LARYNGÉE POSTOPÉRATOIRE

La morbidité laryngée postopératoire (dysphonie et lésions des cordes vocales) est directement dépendante de la qualité de l'intubation. Quarante patients ont été répartis après tirage au sort en deux groupes, l'un recevant une dose d'intubation d'atracurium et l'autre un placebo [2]. L'incidence de la dysphonie et de l'existence de lésions des cordes vocales a été évaluée pendant les 3 premiers jours postopératoires par un examinateur indépendant. Lorsque les résultats obtenus pour ces deux groupes sont regroupés, il apparaît que l'incidence de la dysphonie était significativement plus importante lorsque les cordes vocales étaient en position fermée au moment de l'intubation par rapport à une position ouverte. De même, l'incidence des lésions des cordes vocales (hématomes, ulcérations) était significativement plus élevée lorsqu'une toux soutenue était observée après l'intubation par rapport à l'absence de toux. Ces résultats montrent que, d'une part, l'ouverture des cordes vocales acquise par la curarisation complète des muscles adducteurs laryngés doit être obtenue avant l'intubation et d'autre part que la curarisation complète des muscles respiratoires est nécessaire pour prévenir tout mouvement de toux survenant après l'intubation. Ces deux conditions sont indispensables pour obtenir d'excellentes conditions d'intubation.

1.3. LE CHOIX DU MUSCLE CLINIQUEMENT ET FACILEMENT ACCESSIBLE LORS DE L'INSTALLATION DE LA CURARISATION

La curarisation complète des muscles adducteurs laryngés et respiratoires est nécessaire pour intuber dans de bonnes conditions afin de réduire la morbidité laryngée postopératoire. Ces deux groupes musculaires ne sont à l'évidence pas accessibles à un monitoring de la curarisation cliniquement aisé. Le problème est donc de disposer d'un muscle facile à monitorer dont le profil de curarisation se superpose à celui des muscles respiratoires et laryngés. La curarisation induite par une dose de 0,6 mg/kg de rocuronium a été comparée entre d'une part, le muscle sourcilier et les muscles adducteurs laryngés, et d'autre part l'adducteur du pouce [3]. Le degré de curarisation maximum, le délai pour obtenir de bloc maximum et la durée d'action du rocuronium étaient strictement comparables entre le muscle sourcilier et les muscles adducteurs laryngés. De plus l'adducteur du pouce était significativement plus sensible à l'effet du rocuronium que les deux autres muscles comme l'atteste le degré de curarisation maximum plus prononcé pour ce premier muscle. De même, le délai d'installation de la curarisation ainsi que la durée d'action du rocuronium étaient plus longs pour l'adducteur du pouce par rapport aux muscles sourciliers et adducteurs laryngés. Ces résultats témoignent du fait que le monitoring de l'adducteur du pouce pendant la phase d'installation

de la curarisation est peu contributif et que le monitoring du muscle sourcilier serait un excellent estimateur de la curarisation des muscles adducteurs laryngés. Des résultats identiques ont été observés entre le muscle sourcilier et les muscles respiratoires tel que le diaphragme [4].

Une fois choisi le muscle cliniquement accessible pour monitorer l'installation de la curarisation, la question est de savoir si ce monitoring est pertinent en routine clinique pour obtenir les conditions d'intubation les meilleures. Cent vingt patients ont reçu après tirage au sort une dose d'intubation de l'un des 4 curares suivants : atracurium, vécuronium, rocuronium ou mivacurium [5]. L'anesthésie était standardisée : fentanyl (3 µg/kg) et propofol 2,5 mg/kg. Le curare était administré 60 secondes après la perte de conscience. Chez tous les patients, le monitoring de la curarisation, débuté avant l'administration du curare mais après la perte de conscience, a utilisé une stimulation en train de quatre toutes les 15 secondes appliquée sur le nerf facial et le recueil visuel du nombre de contractions du muscle sourcilier. L'intubation n'était réalisée que lorsque toutes les contractions musculaires du muscle sourcilier avaient disparu. Les conditions de l'intubation étaient cotées sur une grille à 4 classes ; excellentes, bonnes, mauvaises ou impossibles. Le premier résultat de cette étude montrait que le délai d'installation de la curarisation (défini par l'intervalle de temps entre l'administration de la dose d'intubation et la disparition des 4 contractions du muscle sourcilier) présentait une variabilité extrême quel que fut le curare administré. Cependant, quand l'intubation était réalisée lorsque le muscle sourcilier était totalement curarisé (absence de contraction visible), les conditions d'intubation étaient jugées cliniquement acceptables (somme des conditions excellentes et bonnes) dans plus de 80 % des cas.

1.4. LE MONITORAGE DE L'INSTALLATION EN PRATIQUE CLINIQUE

Le monitoring de la curarisation lors de l'installation du bloc repose sur la stimulation en train de quatre du nerf facial toutes les 15 secondes et l'évaluation visuelle du nombre de contractions du muscle sourcilier. Le monitoring débute avant l'injection de la dose d'intubation du curare non dépolarisant afin de s'assurer que les 4 contractions sont bien visibles. Lorsque toutes les contractions ont disparu, cela signifie que le muscle sourcilier et donc les muscles adducteurs laryngés sont complètement curarisés. L'intubation peut alors débiter et des conditions d'intubation cliniquement acceptables sont attendues dans la plupart des cas. S'il persiste encore des contractions du muscle sourcilier, il faut s'assurer d'avoir attendu au moins 3 minutes après l'administration de la dose d'intubation. Si tel est le cas, cela signifie que le patient est résistant à l'effet du curare et que les muscles adducteurs laryngés ne sont que partiellement curarisés. Une dose supplémentaire doit alors être injectée pour compléter la curarisation jugée sur la disparition des réponses encore visibles.

2. MONITORAGE AU COURS DE LA CHIRURGIE

2.1. PRÉ REQUIS

Afin d'ajuster le monitoring de la curarisation au cours de la chirurgie, le clinicien doit répondre sans erreur à la question suivante : de quel niveau de bloc a besoin le chirurgien pour réaliser son geste avec les meilleures conditions de relâchement musculaire ?

Si un bloc modéré est suffisant, le monitoring par stimulation en train de quatre du nerf ulnaire avec contrôle visuel ou tactile du nombre de contractions à

l'adducteur du pouce permet d'obtenir les réponses objectives nécessaires pour guider la curarisation. En général, dans ce cadre, le maintien d'une curarisation discontinue est requis pour obtenir le niveau de curarisation souhaitable.

Si un bloc profond est nécessaire, il est évident que le rapport du train de quatre ainsi que le nombre de réponses musculaires observées à l'adducteur du pouce sont égales à zéro. Ainsi le train de quatre appliqué sur le nerf ulnaire devient inutilisable pour guider la curarisation peropératoire. Il faut alors avoir recours à un mode de monitoring capable de donner des informations quantifiables. Deux options permettent de répondre à une telle demande.

Le muscle adducteur du pouce peut encore être utile si une stimulation plus puissante que le train de quatre est appliquée sur le nerf ulnaire : le PTC (compte post-tétanique) est recommandé. Il est également possible de continuer ce qui a été commencé lors du monitoring de l'installation du bloc, c'est-à-dire une stimulation en train de quatre du nerf facial et contrôle visuel du nombre de contractions du muscle sourcilier. Le choix entre ces deux techniques dépend de l'installation chirurgicale et donc de l'accès à la tête ou à la main du patient par l'équipe d'anesthésie. Ces deux techniques sont capables de donner des informations alors même que le train de quatre appliqué sur le nerf ulnaire ne provoque plus aucune contraction de l'adducteur du pouce. Le délai d'apparition de la première réponse au PTC appliqué sur le nerf ulnaire et le délai d'apparition de la première réponse du muscle sourcilier après stimulation en train de quatre ont été comparés au délai d'apparition de la première réponse au train de quatre à l'adducteur du pouce après l'administration d'une dose d'intubation d'un curare de durée d'action intermédiaire (l'atracurium) [6]. Par ordre chronologique de réapparition, ont été observés chez tous les patients, tout d'abord le retour de la première réponse du PTC, puis la première réponse du train quatre au sourcilier et enfin, avec retard, la première réponse du train de quatre à l'adducteur du pouce. Ces résultats justifient donc l'utilisation du PTC à l'adducteur du pouce et/ou du train de quatre au muscle sourcilier pour monitorer un bloc profond.

2.2. EN PRATIQUE : TRAIN DE QUATRE NERF FACIAL - CONTRACTION DU MUSCLE SOURCILIER

Après une stimulation en train de quatre appliquée sur le nerf facial, il suffit de compter les contractions observables du muscle sourcilier. Trois possibilités :

- Aucune contraction n'est détectable : cela signifie que le bloc est très profond et il n'est pas nécessaire d'approfondir encore la curarisation.
- Une à 3 contractions sont observées : cela signifie que le bloc est encore profond et il n'est toujours pas nécessaire d'approfondir la curarisation.
- Quatre contractions sont observées : cela signifie que le bloc peut devenir insuffisant et si le chirurgien réclame un approfondissement du bloc neuromusculaire, il est alors temps d'injecter un bolus supplémentaire ou d'accélérer le débit de la perfusion en cas d'administration continue.

2.3. EN PRATIQUE : PTC NERF ULNAIRE - CONTRACTIONS DE L'ADDUCTEUR DU POUCE

Après l'application d'une stimulation de type PTC appliquée sur le nerf ulnaire, il suffit de compter les contractions observables de l'adducteur du pouce. Trois possibilités :

- Aucune contraction n'est détectable : cela signifie que le bloc est très profond et il n'est pas nécessaire d'approfondir encore la curarisation.
- Une à 5 contractions sont observées : cela signifie que le bloc est encore profond et il n'est toujours pas nécessaire d'approfondir la curarisation.
- Plus de 5 contractions sont observées : cela signifie que le bloc peut devenir insuffisant et si le chirurgien réclame un approfondissement du bloc neuromusculaire, il est alors temps d'injecter un bolus supplémentaire ou d'accélérer le débit de la perfusion en cas d'administration continue.

3. QUAND ET POURQUOI REVERSER LE BLOC NEUROMUSCULAIRE ?

Lorsque la chirurgie est terminée, le monitoring de la curarisation doit permettre de déterminer à partir de quel moment la réversion du bloc neuromusculaire peut être faite dans des conditions optimales de sécurité. Par conditions optimales, on entend la levée du bloc neuromusculaire définie par une valeur mesurée du rapport du train de quatre supérieure à 90 %, dans des délais raisonnables (moins de 30 minutes).

Le rationnel de la réversion pharmacologique de la curarisation repose sur le triptyque suivant : la curarisation résiduelle est fréquente, inutile et source de morbidité.

3.1. LA CURARISATION RÉSIDUELLE EST FRÉQUENTE

De très nombreuses études ont démontré, depuis plus de 30 ans, que la curarisation résiduelle lors de l'arrivée des patients en SSPI est fréquente. Ce fait a été prouvé quelle que soit la molécule de curare non dépolarisant utilisée, que la curarisation peropératoire soit maintenue par des bolus itératifs ou par une perfusion continue. L'incidence de la curarisation résiduelle est plus importante en cas d'hypothermie et également lorsque l'anesthésie a été entretenue par un agent halogéné. Enfin, elle est également présente même si une seule dose de curare (dose d'intubation) a été administrée. Cinq cent vingt six patients ayant reçu une dose d'intubation d'atracurium, de vécuronium ou de rocuronium ont été monitorés lors de leur arrivée en SSPI [7]. Aucun monitoring de la curarisation n'avait été mis en place en peropératoire. La curarisation n'avait pas été réversée en fin de chirurgie. Deux cent trente huit de ces patients étaient arrivés en SSPI plus de 120 minutes après l'administration de la dose d'intubation. Malgré ce délai long qui pourrait laisser à penser être suffisant pour éliminer tout risque de curarisation résiduelle, 33 % de ces patients avaient un rapport du train de quatre mesuré sur l'adducteur du pouce inférieur à 90 %, témoignant de l'existence d'une paralysie résiduelle.

3.2. LA CURARISATION RÉSIDUELLE EST DANGEREUSE

Si la curarisation résiduelle est fréquente, elle est aussi dangereuse et responsable d'une morbidité postopératoire. Une étude récente portant sur plus de 7000 patients arrivant en SSPI a recensé toutes les complications respiratoires survenant pendant le séjour des patients dans cette unité [8]. Soixante six complications respiratoires ont été observées dont 36 cas d'hypoxémie ($SpO_2 < 90\%$) et 32 cas d'obstruction des voies aériennes supérieures. Lorsque qu'une hypoxémie était apparue, la moyenne du train de quatre mesurée à l'adducteur du pouce était de 61 %, bien en deçà de la valeur de 90 % définissant l'absence de curarisation résiduelle. Dans cette même étude, 42 patients n'ayant pas présenté de complications respiratoires postopératoires ont été appariés avec

42 patients ayant eux présenté une complication respiratoire. Le rapport du train de quatre observé chez les patients sans complication respiratoire était en moyenne égal à 98 % et significativement supérieur à celui observé chez les patients ayant eu une complication respiratoire (62 % en moyenne). Ce résultat démontre une nouvelle fois que la présence en SSPI d'un bloc résiduel même modeste peut être responsable de complications respiratoires.

Deux médicaments sont capables de réverser la curarisation : les agents anticholinestérasiques comme la néostigmine ou les gamma-cyclodextrines comme le sugammadex. Quel que soit l'agent choisi, le monitoring de la curarisation permettant de déterminer le moment opportun pour l'administrer reste le même ; c'est-à-dire la stimulation du nerf ulnaire et l'estimation visuelle ou tactile du nombre de contractions de l'adducteur du pouce.

3.3. COMMENT RÉVERSER LA CURARISATION AVEC UN AGENT ANTICHO-LINESTÉRASIQUE ?

La néostigmine est un inhibiteur réversible de l'acétylcholinestérase, enzyme présente dans la fente synaptique mais également dans l'ensemble du système nerveux parasympathique ayant pour but de dégrader l'acétylcholine. Ainsi la néostigmine va entraîner une augmentation de la concentration de l'acétylcholine dans la fente synaptique et également dans toutes les synapses du système nerveux parasympathique. Les curares non dépolarisants étant des antagonistes compétitifs de l'acétylcholine pour les récepteurs post-synaptiques, un excès d'acétylcholine (la molécule agoniste) dans la fente synaptique pourra, selon la loi d'action de masse, libérer ces récepteurs des curares non dépolarisants (l'antagoniste) qui y sont fixés à la condition que le rapport des concentrations entre l'agoniste et l'antagoniste soit en faveur de l'agoniste. Cette loi d'action de masse suppose donc que la concentration du curare non dépolarisant soit faible et que la concentration de l'agoniste puisse augmenter suffisamment. Les conséquences cliniques de ce mécanisme sont double : d'une part le délai d'action de la néostigmine est d'autant plus lent (entre 5 à plus de 20 minutes) que le degré du bloc au moment de l'antagonisation est important, et d'autre part elle est inefficace pour antagoniser un bloc profond car la concentration du curare non dépolarisant est encore trop importante par rapport à celle de l'acétylcholine. Une autre conséquence clinique du mode d'action de la néostigmine est une augmentation du tonus parasympathique responsable en autres d'une bradycardie sévère voire d'une asystolie, d'une augmentation du tonus bronchique à l'origine d'un bronchospasme potentiel. C'est la raison pour laquelle l'administration de la néostigmine doit être obligatoirement associée à un agent parasympatholytique comme l'atropine.

En pratique la néostigmine doit être administrée à une dose comprise entre 40 et 70 $\mu\text{g}/\text{kg}$ associée à l'atropine (10-15 $\mu\text{g}/\text{kg}$) lorsque le bloc neuromusculaire a spontanément atteint un certain degré de récupération : 4 contractions musculaires de l'adducteur du pouce en réponse à une stimulation en train de quatre appliquée sur le nerf ulnaire après administration d'un curare non dépolarisant de durée d'action intermédiaire (atracurium, rocuronium) (Figure 1). Malgré ces recommandations, l'efficacité de la néostigmine peut être mise à défaut. En effet, 20 minutes après l'administration de 70 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de néostigmine après l'obtention d'une, 2, 3 ou 4 contractions de l'adducteur du pouce après l'injection d'atracurium, le pourcentage de patients ayant un train de quatre supérieur à 90 % n'atteignait que 35, 43, 50 et 73 % respectivement [9]. Après l'administration de rocuronium

ou de cisatracurium (30 patients par groupe), le nombre de patients n'ayant pas retrouvé un train de quatre supérieur à 90 % 30 minutes après l'administration de 50 µg/kg de néostigmine était de 5 et 2 respectivement [10].

Enfin de nombreux travaux ont parfaitement montré que l'efficacité de la néostigmine était retardée lorsque l'anesthésie était entretenue par un agent halogéné : isoflurane [11] et sévoflurane [12].

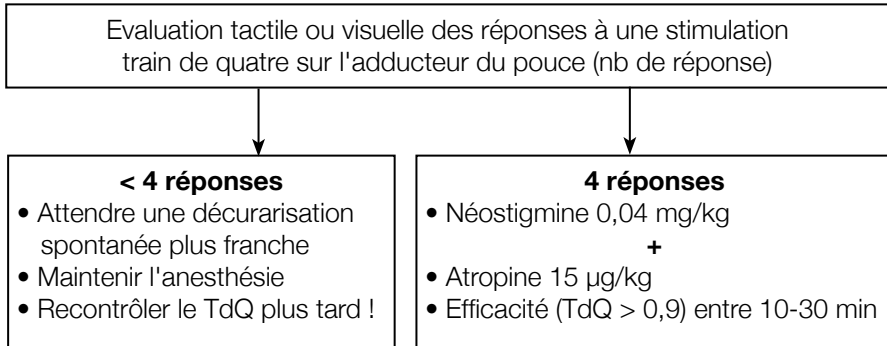


Figure 1 : Algorithme d'utilisation de la néostigmine quel que soit le curare non dépolarisant de durée d'action intermédiaire.

3.4. COMMENT RÉVERSER LA CURARISATION RÉSIDUELLE AVEC LE SUGAMMADEX ?

Le sugammadex est une cyclo-dextrine capable d'encapsuler les molécules libres plasmatiques de curares non dépolarisants stéroïdiens (rocuronium et vécuronium). Ce mode d'action particulier explique la vitesse avec laquelle le bloc est levé et également la capacité de ce produit à réverser les blocs les plus profonds. En effet, lorsque le sugammadex est administré par voie intraveineuse, chaque molécule de ce produit encapsule une molécule libre de curare stéroïdien réduisant à zéro sa concentration plasmatique. Il devient alors évident que le sugammadex est capable de réverser le bloc neuromusculaire quelle que soit sa profondeur pour peu que la quantité injectée (donc la dose) soit augmentée en cas de bloc profond (où la concentration de curare est la plus élevée). Une fois la concentration plasmatique de curare libre ramenée à zéro, le gradient de concentration entre le plasma et le compartiment musculaire s'inverse, permettant le transfert des molécules libres de curare du compartiment musculaire vers le plasma libérant ainsi les récepteurs post-synaptiques du curare permettant donc la décurarisation. Si le sugammadex a été administré en excès, les molécules libres de curare transférées vers le plasma seront alors également encapsulées empêchant le retour du curare vers le compartiment musculaire assurant le maintien de la décurarisation. Enfin le complexe formé par le sugammadex et le curare stéroïdien est éliminé par voie rénale exclusivement.

Lorsque qu'un bloc modéré (2 contractions de l'adducteur du pouce après une stimulation en train de quatre) est réversé par du sugammadex (4 mg/kg), la vitesse de réversion (délai pour obtenir un rapport du train de quatre supérieur à 90 %) est environ dix fois plus rapide qu'avec la néostigmine (70 µg/kg) [13].

Lorsque le bloc est réversé plus précocement (compte post-tétanique compris entre 1 et 2), la vitesse de réversion du sugammadex est encore plus élevée que celle de la néostigmine (de l'ordre de 17 fois plus rapide), confirmant que la néostigmine

est incapable de lever rapidement un bloc profond et suggérant que le sugammadex est efficace quel que soit le degré du bloc au moment de la réversion [14].

En pratique, le monitoring de la curarisation est une aide indispensable pour déterminer la dose de sugammadex à administrer en fonction de la profondeur du bloc au moment de la réversion pharmacologique. Deux cas de figures ont été bien étayés dans la littérature

3.4.1. L'ANTAGONISATION CONVENTIONNELLE

Dans cette indication, le degré du bloc neuromusculaire au moment de la réversion correspond à la réapparition de deux réponses au train de quatre à l'adducteur du pouce (ce critère est celui communément utilisé lorsque la néostigmine est utilisée). Une dose de 2 mg/kg de sugammadex est suffisante pour obtenir un rapport du train de quatre supérieur à 90 % en moins de 5 minutes.

3.4.2. LA DÉCURARISATION DU BLOC PROFOND

Le degré du bloc au moment de la réversion correspond à une réponse post-tétanique comprise en 1 et 2. Un tel bloc est fréquent à la fin d'une intervention sous coelioscopie quelle qu'en soit la nature. La dose de sugammadex est alors plus importante de l'ordre de 4 mg/kg pour obtenir une réversion complète (rapport du train de quatre supérieur à 90 %) en moins de 5 minutes.

La figure 2 résume ces données essentielles.

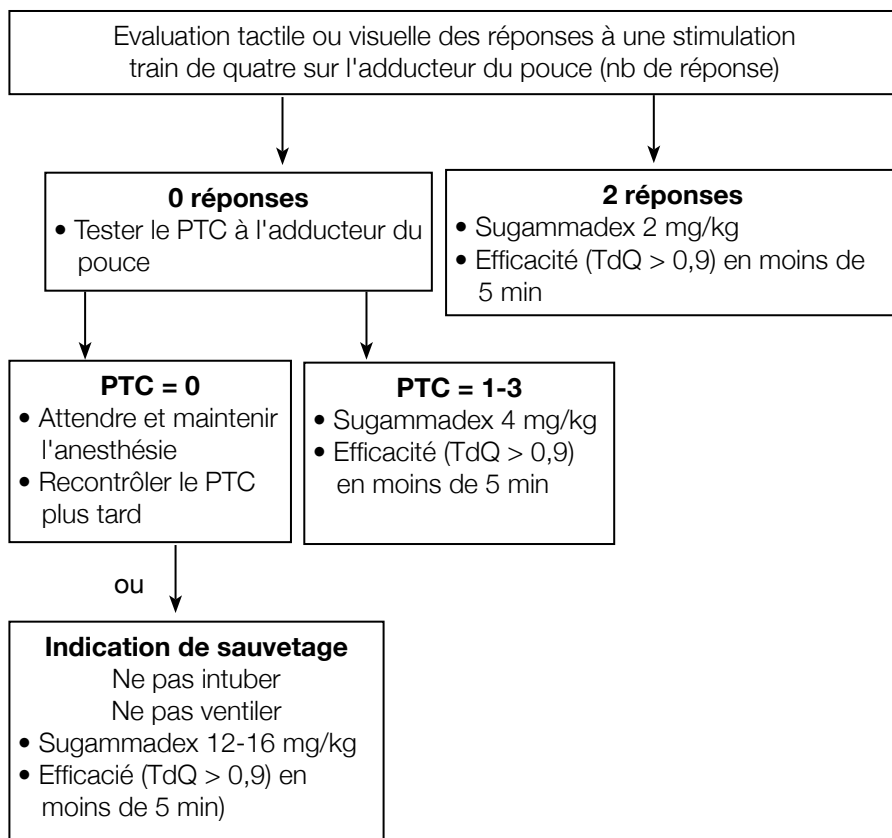


Figure 2 : Algorithme d'utilisation du sugammadex après administration de vécuronium ou de rocuronium

4. DÉCURARISATION COMPLÈTE : QUEL CRITÈRE ET COMMENT ?

4.1. LE CRITÈRE DE DÉCURARISATION COMPLÈTE : RAPPORT DU TRAIN DE QUATRE SUPÉRIEUR À 90 %

Jusque dans les années 90, la valeur seuil du train de quatre utilisée pour caractériser l'absence d'une curarisation résiduelle était établie à 70 %. Ce seuil reposait sur des données publiées en 1975 [15]. Depuis plus de 15 ans, les résultats d'un nombre impressionnant d'études réalisées chez le volontaire sain et chez les patients sont concordants pour repousser ce seuil à 90 % voir 100 %. Schématiquement dès lors que le train de quatre a retrouvé cette valeur, la réponse ventilatoire à l'hypoxémie est normalisée, le tonus des muscles de la déglutition et le temps de réponse du réflexe de déglutition sont identiques à ceux observés avant l'administration de curare. Chez les patients au décours de la chirurgie, une valeur du train de quatre supérieure à 90 % lors de l'arrivée en SSPI est un facteur de réduction de l'incidence des complications respiratoires postopératoires. Si cette valeur de 90 % est consensuellement admise, le vrai problème en routine clinique est de s'assurer qu'elle est bien présente.

4.2. QUEL MONITORAGE POUR CONFIRMER L'ABSENCE DE CURARISATION RÉSIDUELLE ?

La détection d'une valeur de train de quatre supérieure à 90 % n'est en fait possible que grâce à des moniteurs capables de mesurer le rapport entre la première et la quatrième réponse du train de quatre. La nécessité de disposer d'un tel moniteur a été rappelée dans le décret de décembre 1994. Cependant force est de constater que son utilisation n'est pas encore passée dans la routine clinique [16]. Ainsi de nombreux tests tant cliniques qu'instrumentaux ont été proposés pour contrôler quand même l'absence de curarisation résiduelle. Deux d'entre eux, le Head Lift Test (HLT) et le Double Burst Stimulation (DBS) ont connu un vrai succès. Malheureusement, une analyse statistique méthodologiquement correcte a permis de démontrer leur très faible sensibilité associée à une excellente spécificité. Ceci veut dire que lorsque le patient ne peut pas soulever la tête au dessus du plan du lit pendant au moins 5 secondes ou lorsque la deuxième contraction de l'adducteur du pouce est plus faible que la première après une stimulation DBS du nerf ulnaire, il est vraiment curarisé. A l'opposé, lorsque le patient soulève correctement la tête ou lorsqu'après une stimulation DBS la deuxième contraction de l'adducteur du pouce est identique à la première, la présence d'un certain degré de paralysie résiduelle ne peut absolument pas être exclue. En d'autres termes, ni le HLT ni le DBS ne constituent des tests suffisamment fiables pour être utilisés en clinique.

CONCLUSION

En résumé, le monitoring clinique de la curarisation utilise soit la stimulation du nerf ulnaire et le recueil des contractions de l'adducteur du pouce, soit la stimulation du nerf facial et le recueil des contractions du muscle sourcilier. En fonction du moment de l'anesthésie et de la chirurgie : installation de la curarisation, période opératoire nécessitant un bloc modéré ou un bloc profond, réversion de la curarisation et enfin contrôle de l'absence de paralysie résiduelle ; il faudra choisir le monitoring capable de répondre aux questions posées. La figure 3 présente ces différentes options.

Figure 3 : Résumé des propositions de monitoring de la curarisation en fonction de la période de l'anesthésie et de la chirurgie.

	Intubation	Chirurgie		Réversion	Décurarisation
		Bloc profond	Bloc modéré		
Nerf ulnaire : AP					
TdQ visuel					
TdQ mesuré					
PTC					
Nerf facial sourcilier					
TdQ visuel					

AP : adducteur du pouce ; **TdQ** : train de quatre ; **TdQ visuel** : estimation du nombre de contractions après stimulation en train de quatre ; **TdQ mesuré** : mesure quantitative du rapport entre la quatrième et la première réponse de l'adducteur du pouce après stimulation en train de quatre appliqué sur le nerf ulnaire ; **PTC** : compte post-tétanique.

Les zones grisées montrent le monitoring qui est recommandé ; les zones blanches montrent les techniques qui ne sont pas utiles pour répondre à la question posée.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Katz RL. Neuromuscular effects of d-tubocurarine, edrophonium and neostigmine in man. *Anesthesiology* 1967;28:327-36.
- [2] Mencke T, Echternach M, Kleinschmidt S, Lux P, Barth V, Plinkert PK, Fuchs-Buder T. Laryngeal morbidity and quality of tracheal intubation. *Anesthesiology* 2003;98:1049-56.
- [3] Plaud B, Debaene B, Donati F. The corrugator supercillii, not the orbicularis oculi, reflects rocuronium neuromuscular blockade at the laryngeal adductor muscles. *Anesthesiology* 2001;95:96-101.
- [4] Donati F, Meistelman C, Plaud B. Vecuronium neuromuscular blockade at the diaphragm, the orbicularis oculi, and the adductor pollicis muscles. *Anesthesiology* 1990;73:850-5.
- [5] LeCorre F, Plaud B, Benhamou E, Debaene B. Visual estimation of onset time at the orbicularis oculi after five muscle relaxants : application to clinical monitoring of tracheal intubation. *Anesth Analg* 1999;89:1305-10.
- [6] Debaene B, Meistelman C, Beaussier M, Lienhart A. Visual estimation of train of four responses at the orbicularis oculi and post-tetanic-count at the adductor pollicis during intense neuromuscular block. *Anesth Analg* 1994;78:697-700.
- [7] Debaene B, Plaud B, Dilly MP, Donati F. Residual paralysis in the post-anesthesia care unit after a single intubating dose of non-depolarizing muscle relaxant with an intermediate duration of action. *Anesthesiology* 2003;98:1042-8.
- [8] Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH, Greenberg SB, Avram MJ, Vender JS. Residual neuromuscular blockade and critical respiratory events in the postanesthesia care unit. *Anesth Analg* 2008;107:130-7.
- [9] Kirkegaard H, Heier T, Caldwell J. Efficacy of tactile-guided reversal from cisatracurium-induced neuromuscular block. *Anesthesiology* 2002;96:45-50.
- [10] Kopman AF, Zank LM, Ng J, Neuman GG. Antagonism of cisatracurium and rocuronium block at a tactile train-of-four of 2: should quantitative assessment of neuromuscular function be mandatory? *Anesth Analg* 2004;98:102-6.

- [11] Baurain MJ, d'Hollander A, Melot C, Dernovoi BS, Barvais L. Effects of residual concentration of isoflurane on the reversal of vecuronium-induced neuromuscular blockade. *Anesthesiology* 1991;74:474-8.
- [12] Morita T, Kurosaki D, Tsukagoshi H, Sugaya T, Saito S, Sato H, Fujita T. Inadequate antagonism of vecuronium-induced neuromuscular block by neostigmine during sevoflurane or isoflurane anesthesia. *Anesth Analg* 1995;80:1175-80.
- [13] Sacan O, White PF, Tufanogullari B, Klein K. Sugammadex reversal of rocuronium-induced neuromuscular blockade: a comparison with neostigmine-glycopyrrolate and edrophonium-atropine. *Anesth Analg* 2007;104:569-74.
- [14] Jones RK, Caldwell JE, Brull SJ, Soto RG. Reversal of profound rocuronium-induced blockade with sugammadex. A randomized comparison with neostigmine. *Anesthesiology* 2008;109:816-24
- [15] Ali HH, Wilson RS, Savarese JJ, Kitz RJ. The effect of tubocurarine on indirectly elicited train-of-four muscle response and respiratory measurements in humans. *Br J Anaesth* 1975;47:570-4.
- [16] Duvaldestin P, Cunin P, Plaud B, Maison P. Enquête de pratique sur l'utilisation des curares chez l'adulte en anesthésie. *Ann F Anesth Réanim* 2008;27:483-9.