

Monitoring de la curarisation

L. GEOFFROY, M. BEAUSSIER

Bien qu'introduit en pratique clinique dès la fin des années 1950, le monitoring de la curarisation a été initialement peu enseigné et son utilisation courante est restée durant longtemps confinée à quelques rares équipes. Cette constatation apparaît aujourd'hui tout à fait paradoxale. Les progrès dans la compréhension de la physiologie neuromusculaire, le développement d'un matériel de monitoring performant et simple d'utilisation, ainsi que la mise en évidence des risques liés à la curarisation résiduelle font de ce moyen de surveillance un élément indispensable de bonne pratique clinique et de sécurité. La connaissance des différents modes et sites de stimulation, ainsi que les conclusions à tirer des réponses obtenues doivent être connues par toutes les personnes susceptibles de manipuler les curares. Seul le monitoring appliqué aux curares non dépolarisants sera envisagé dans ce chapitre.

I. Quel mode de stimulation ?

La stimulation consiste en l'application d'un courant électrique sur le trajet d'un nerf moteur afin de dépolariser, *via* la jonction neuromusculaire, les fibres d'un groupe musculaire et d'estimer son degré de blocage par sa force de contraction.

En réponse à une stimulation électrique, les fibres musculaires fonctionnent selon la loi du « tout-ou-rien », c'est-à-dire que l'augmentation de la force contractile lorsque le muscle se décurarise correspond non pas à une contraction plus intense des fibres, mais au recrutement d'un plus grand nombre de fibres se contractant normalement dans le groupe musculaire. Afin d'être sûr que l'intensité délivrée soit suffisante pour dépolariser l'ensemble des fibres du groupe musculaire étudié, il est

Département d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital Saint-Antoine, 184, rue du Faubourg Saint-Antoine, 75012 Paris.

Correspondance : Dr M. Beaussier.

nécessaire de la régler. Ce réglage, préalable à l'administration du curare, consiste à augmenter l'intensité du courant (en mA) jusqu'à ce que la réponse contractile du muscle atteigne un plafond et n'augmente plus. On ajoute alors environ 20 % à la valeur de cette intensité pour atteindre la valeur d'intensité dite « supramaximale », garantissant que la réponse observée après administration de curare correspond bien à un blocage des fibres musculaires et non à un défaut d'intensité de stimulation. Notons que cette procédure est désormais automatisée sur les moniteurs les plus récents.

I.1 Simple *twitch*

Le simple *twitch* consiste en l'application d'une stimulation électrique unique sur le nerf et entraîne une contraction musculaire isolée. L'intensité de la réponse est inversement proportionnelle au degré de blocage du muscle. Cette stimulation nécessite une calibration du moniteur préalablement à l'administration du curare afin de vérifier que la réponse du muscle est bien de 100 %. L'évaluation de la réponse ne peut être faite que par des méthodes d'enregistrement, ce qui ne simplifie pas son usage. Le simple *twitch* n'est pas un monitoring très sensible. La réponse est encore normale alors que 75 à 80 % des récepteurs à l'acétylcholine de la jonction neuromusculaire sont occupés par le curare. Cette stimulation ne s'utilise plus beaucoup. Elle sert encore à évaluer la cinétique de décurarisation en mesurant le délai nécessaire pour que la réponse passe de 25 à 75 % de la contraction initiale.

I.2 Train de quatre

Le train de quatre (TdQ) consiste en quatre stimulations brèves sur une période de 2 secondes. La réponse musculaire est constituée d'une succession de quatre contractions distinctes. L'intérêt de cette stimulation est de permettre une estimation visuelle ou tactile précise du degré de curarisation, qui est corrélé au nombre de réponses. Il n'y a alors plus besoin de calibration préalable à l'injection de curare. La présence de deux réponses correspond à une hauteur du simple *twitch* d'environ 10 %. La réapparition de la 4^e réponse correspond approximativement à une hauteur du simple *twitch* de 25 %. Une fois le retour des quatre réponses, la curarisation peut encore être quantifiée par l'établissement du rapport entre l'intensité de la contraction de la quatrième et de la première stimulation (rapport T4/T1). Cette stimulation est simple à utiliser et permet (contrairement à la stimulation tétanique) une évaluation continue de la curarisation, par mesures répétées toutes les 20 secondes environ.

I.3 Compte post-tétanique

Le compte post-tétanique (ou PTC, pour *Post Tetanic Count*) permet une évaluation des blocs neuromusculaires profonds, lorsqu'il n'y a plus de réponse à la stimulation par TdQ. Il consiste en une stimulation téanique à 50 Hz (dont l'objectif est de mobiliser au maximum les stocks d'acétylcholine), suivie d'un repos de 3 secondes et de simples *twitchs* toutes les secondes. Le résultat est le nombre de contractions provoquées par les *twitchs*. Après curarisation par atracurium, la première réponse au PTC sur le muscle adducteur du pouce précède de 15 minutes (extrêmes de 10 à 25 min) l'apparition de la première réponse au TdQ sur ce même muscle. Lorsque la première réponse au TdQ réapparaît, le nombre de PTC est en moyenne de 13 (extrêmes de 9 à 18). Le PTC permet donc bien de quantifier un niveau de blocage plus profond que le TdQ. Cette stimulation présente cependant l'inconvénient de ne pas permettre un monitoring continu, du fait de la stimulation téanique qui modifie la répartition des stocks d'acétylcholine dans la jonction neuromusculaire, et perturbe ainsi l'interprétation du test si un intervalle d'au moins 5 minutes n'est pas respecté entre deux PTC.

I.4 DBS (*Double Burst Stimulation*)

Le DBS consiste en l'application de deux stimulations téaniques très courtes (3 puis 2 impulsions) séparées d'un intervalle de 0,75 seconde. Cette stimulation provoque deux contractions musculaires distinctes. En fonction de la profondeur de la curarisation, la deuxième réponse disparaît totalement ou est perçue moins forte que la première. L'intérêt du DBS réside dans la facilité à ressentir la différence d'intensité de contraction entre les deux réponses, ce qui en fait un outil particulièrement adapté à la mesure des curarisations résiduelles. En effet, contrairement au TdQ, l'appréciation de la différence de contraction entre la première et la dernière réponse n'est pas gênée par l'interposition d'autres contractions.

II. Mesure des réponses

L'appréciation des réponses à la stimulation peut être effectuée de plusieurs façons en fonction du mode de stimulation.

L'usage du simple *twitch* oblige à avoir un dispositif de mesure calibré préalablement à l'administration du curare. Il peut s'agir soit d'une jauge de contrainte, mesurant la force de contraction par un capteur de pression, soit d'un accéléromètre, dont le principe est d'estimer la force de la contraction à partir de la vitesse du déplacement.

Pour ce qui est du TdQ, la mesure la plus courante consiste à compter manuellement ou même visuellement le nombre de contrac-

tions. Après le retour de la quatrième réponse, l'appréciation manuelle n'est pas très fiable pour l'évaluation du rapport T4/T1. Il a été montré que le seuil de perception d'une différence d'intensité de contraction entre la première et la dernière réponse se situait en moyenne à une valeur du rapport de 0,4, ce qui correspond encore à une curarisation résiduelle prononcée. La meilleure façon d'estimer le rapport T4/T1 est donc de le quantifier, soit par jauge de contrainte, soit par accélérométrie. Le DBS est évalué le plus souvent de manière manuelle. Le seuil de détection d'une fatigue musculaire est supérieur à celui du TdQ et correspond à un rapport T4/T1 de 0,6 à 0,7, ce qui est certes plus sensible que l'évaluation manuelle du TdQ, mais encore insuffisant pour pouvoir assurer une décurarisation correcte avec cette méthode.

Le PTC s'estime par le compte visuel ou manuel du nombre de réponses.

III. Quel site musculaire faut-il monitorer ?

Il existe des différences entre les muscles de l'organisme quant au délai d'installation, à la sensibilité et à la durée d'action des curares (Fig. 1).

Les muscles respiratoires (le diaphragme, en particulier) et les muscles laryngés de la déglutition sont plus résistants à l'action des

<p>Muscles sensibles et lents</p> <p>Muscles périphériques Adducteur du pouce</p>	<p>Muscles sensibles et rapides</p> <p>Muscles glottiques (suprahyoïdiens) Masséter</p>
<p>Muscles peu sensibles et lents</p>	<p>Muscles peu sensibles et rapides</p> <p>Diaphragme Muscles abdominaux Muscles laryngés Sourcilier (orbiculaire de l'œil)</p>

FIG. 1

Répartition de certains muscles (et groupes musculaires) de l'organisme en fonction de la sensibilité aux curares et de la cinétique de curarisation.

curares que les muscles périphériques, dont le représentant le plus utilisé pour le monitoring est l'adducteur du pouce. Ceci explique que l'on puisse avoir encore une activité diaphragmatique ou bien une glotte mal ouverte au moment de l'intubation alors que le muscle adducteur du pouce est totalement bloqué. Ces muscles respiratoires et glottiques ont également la particularité de se curariser et de se décurariser plus vite que les muscles périphériques. Un muscle accessible au monitoring et dont les caractéristiques ressemblent le plus aux muscles respiratoires et glottiques pour ce qui concerne son comportement vis-à-vis des curares est le muscle orbiculaire de l'œil. Plus précisément, il a été montré récemment qu'il s'agissait du muscle sourcilier, voisin de l'orbiculaire de l'œil, mais situé distinctement à la partie interne du bord supérieur de l'arcade sourcilière.

La contraction du muscle adducteur du pouce est obtenue par la stimulation du nerf cubital, sur le bord interne de la face antérieure de l'avant-bras. Le muscle sourcilier est quant à lui sous la dépendance d'une branche du nerf facial, aisément stimuable par l'application des électrodes sur la branche montante de la mandibule, à hauteur du tragus de l'oreille. Les électrodes sont toujours placées à distance du muscle monitoré afin d'éviter une stimulation électrique directe de ce dernier. Dans tous les cas, l'électrode négative sera, sur le trajet du nerf, la plus proche du muscle stimulé.

IV. Quel monitoring pour quel moment de l'anesthésie ?

Etant donné la différence de comportement des groupes musculaires vis-à-vis des curares, il est logique de considérer que le muscle sourcilier permettra le monitoring des curarisations profondes lorsqu'un relâchement profond des muscles respiratoires et glottiques sera nécessaire. A l'inverse, le muscle adducteur du pouce, compte tenu de sa sensibilité aux curares et de son long délai de décurarisation, sera mieux adapté au monitoring des curarisations résiduelles (*Tabl. I*).

IV.1 Intubation

Lors de l'intubation, le monitoring du muscle sourcilier permet de s'assurer d'un relâchement glottique adéquat. La disparition des réponses au TdQ sur le sourcilier précède la disparition des réponses sur l'adducteur du pouce. Ainsi, comparativement au monitoring sur l'adducteur du pouce, et après emploi d'une dose appropriée, il permet de raccourcir le délai optimal pour l'intubation.

Les conclusions de la conférence de consensus sur l'utilisation des curares soulignent que l'usage d'un curare à une dose appropriée et en attendant un délai suffisamment long après l'injection permet d'intuber

Tableau I

*Utilisation des différents modes et sites de monitoring en fonction de la période anesthésique.
 Antag : monitoring recommandé pour poser l'indication de l'antagonisation des curares ;
 SSPI (salle de surveillance postinterventionnelle) : monitoring des curarisations résiduelles.*

		Intubation	Chirurgie		Antag	SSPI
			Bloc profond	Bloc modéré		
Adduct. du pouce	TdQ Visuel			■	■	
	TdQ Mesuré					■
	PTC		□			
	DBS					□
Sourcilier	TdQ Visuel	■	■			

■ Monitoring recommandé ; □ Alternative possible.

dans de bonnes conditions sans avoir besoin de monitoring, dans la majorité des cas.

IV.2 Entretien de la curarisation

L'entretien de la curarisation est nécessaire en chirurgie abdominale ou thoracique, ainsi que pour certains gestes spécifiques. La conférence de consensus recommande un monitoring par TdQ sur l'adducteur du pouce durant l'entretien de la curarisation. Une profondeur satisfaisante est obtenue avec une (ou deux) réponse. Cependant, dans certains cas, une profondeur supérieure peut être requise et il devient alors difficile d'évaluer la profondeur du bloc du fait de la disparition de toute réponse avec ce mode de stimulation. Dans ce cas, deux solutions sont envisageables. La première consiste à garder le même site de stimulation mais à changer de mode de stimulation pour le PTC, qui permet de quantifier des curarisations plus profondes. Rappelons que cette méthode de monitoring ne peut être appliquée en continu. La seconde solution consiste à changer de site de monitoring pour un muscle moins sensible à l'action des curares que l'adducteur du pouce, c'est-à-dire le sourcilier. Le maintien d'une réponse au TdQ sur le sourcilier correspond à un

niveau de curarisation très profond, suffisant pour toutes les conditions chirurgicales. Après injection d'atracurium, la réapparition d'une réponse au TdQ sur le sourcilier précède de 11 minutes en moyenne (extrêmes de 5 à 15 min) la réapparition d'une réponse au TdQ sur l'adducteur du pouce.

IV.3 Décurarisation

Lorsqu'un curare a été utilisé durant l'intervention, le monitoring instrumental de la curarisation est recommandé durant le réveil. La mise en évidence instrumentale d'une curarisation résiduelle est le plus souvent faite par l'application du TdQ ou du DBS sur l'adducteur du pouce. Il est en général admis que lorsque quatre réponses sont ressenties au TdQ (ou 2 réponses correctes au DBS), l'éventuelle curarisation résiduelle peut être antagonisée. Cependant, le jugement manuel de la réponse, même entre des mains expertes, n'est pas suffisamment fiable pour affirmer une décurarisation satisfaisante, correspondant à un rapport T4/T1 d'au moins 0,9. Pour cela, il est absolument obligatoire d'avoir un système de mesure de la réponse musculaire.

V. Pourquoi faut-il monitorer ?

Le monitoring de la curarisation permet une utilisation rationnelle des curares. Il a été montré qu'il permettait, dans la plupart des cas, une réduction des consommations de curares tout en maintenant un niveau de blocage adéquat. C'est de plus un élément de sécurité indéniable qui permet de diminuer l'incidence des curarisations résiduelles (par une meilleure utilisation opératoire), d'en faire le diagnostic et de poser les indications à une éventuelle antagonisation. Par ailleurs, l'usage du monitoring est rendu obligatoire lors de l'emploi de certains curares (le mivacurium, en particulier) du fait du risque de prolongation inattendue de la durée d'action chez les patients présentant un déficit en cholinestérases plasmatisques.

VI. Conclusion

Le monitoring de la curarisation est un moyen simple de surveillance de la profondeur du relâchement musculaire. Son intérêt pour améliorer l'utilisation des curares et la sécurité des patients a été largement démontré, notamment pour ce qui concerne la prévention et le diagnostic de la curarisation résiduelle. Compte tenu de la grande variabilité de la durée d'action et de l'intensité du bloc après injection d'un curare non dépolarisant (même pour ceux de dernière génération), l'estimation sur des données uniquement pharmacologiques n'est pas suffisamment fiable et risque d'entraîner soit de mauvaises conditions