

Monitoring de la curarisation

1. Historique du Monitoring :

Diapo 1 : Depuis plus de 50 ans que les curares sont régulièrement utilisés en anesthésie, la préoccupation sur la curarisation résiduelle a donné lieu à de multiples travaux. Plusieurs grandes étapes ont marqué la réflexion à ce sujet. Dès 1958, la survenue d'apnées au réveil de l'anesthésie, jusqu'alors inexplicables et faisant évoquer une éventuelle relation avec une curarisation résiduelle, avait fait recommander l'usage du monitoring afin de pouvoir en faire le diagnostic. Le premier moniteur de curarisation a été inventé en 1958 à l'hôpital St Thomas de Londres. Il était utilisé dans la détection des apnées prolongées. **(Double image)**

Diapo 2 : Une seconde raison de monitorer la curarisation est la grande variabilité interindividuelle. En 1967, Dr. Katz et ses collaborateurs ont mesuré chez 100 patients l'effet de 0,1mg/kg de tubocurarine, un curare largement utilisé à l'époque. Pour un malade individuel, l'effet du curare était complètement imprévisible **(Image)**. En effet, la réponse variait entre aucun effet détectable et une curarisation complète. Cette variabilité ne faisait que renforcer l'intérêt du monitoring de la curarisation afin d'adapter la curarisation aux besoins de l'intervention et à la sensibilité individuelle du patient. A cette période, le monitoring se résumait à la mesure, par un appareil d'enregistrement, de l'amplitude de la réponse musculaire à une seule stimulation. Il fallait comparer cette réponse avec celle obtenue avant l'injection du curare et nécessitait un appareil d'enregistrement fragile, compliqué et peu pratique.

Diapo 3 : C'est au cours des années 1970 que l'intérêt de l'évaluation du rapport T4/T1 pour le diagnostic de la curarisation résiduelle a été montré. A la place d'une stimulation simple, Dr. Ali et ses collaborateurs ont proposé d'utiliser quatre stimulations successives. Ils ont comparé directement l'amplitude de la quatrième réponse (T4) par rapport à la première (T1) afin d'évaluer le degré de fatigue musculaire.

En 1975 ils montrent qu'un lien est établi entre une curarisation résiduelle (évaluée par le rapport T4/T1) et des signes de faiblesse musculaire respiratoires. Ils ont étudié les effets respiratoires d'une curarisation résiduelle par tubocurarine chez des volontaires conscients en mesurant la capacité vitale et la force inspiratoire maximale. **(IMAGE)**

La capacité vitale diminuait significativement quand $T4/T1 \leq 70\%$, et la force inspiratoire maximale diminuait significativement quand $T4/T1 \leq 60\%$.

Le seuil de 70% a été retenu à ce moment là comme seuil de décurarisation pour éliminer tout effet respiratoire d'une curarisation résiduelle.

2. De nos jours...Diapo 4

A/ En pré-op : Diapo 5

- La Mise Au Point en AR en s'appuyant de cette même étude et des résultats de l'IMAGE (diapo 3) de Katz, affirme en 2016 : « L'absence de prédiction fiable du bloc attendu renforce l'idée que le monitoring de la

Monitoring de la curarisation

curarisation doit être débuté avant l'injection de la première dose de curare ».

- D'autre part, il y a une relation existante, prouvée, entre le degré du bloc lors de l'intubation et la morbidité laryngée post-op (dysphonie et lésions des cordes vocales) car la curarisation permet : l'ouverture des cordes vocales acquise par la curarisation des muscles adducteurs laryngés et prévient tout mouvement de toux survenant après l'intubation.

- **Diapo 6** : Pour savoir si ce monitoring était pertinent en routine clinique, pour obtenir les conditions d'intubation les meilleures, la MAPAR 2016 s'est appuyée d'un article de 1999 : 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.

(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, après la perte de conscience, a utilisé une stimulation en train de quatre toutes les 15 secondes appliquée sur le nerf facial et comportait un 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.

(IMAGE du Haut : Le premier résultat de cette étude montrait que le délai d'installation de la curarisation (défini par l'intervalle de temps entre l'administration du curare et la disparition des 4 contractions du muscle sourcilier) présentait une variabilité extrême quel que fut le curare administré.

(IMAGE du bas : Cependant, quand l'intubation était réalisée lorsque le muscle sourcilier était totalement curarisé (absence de contraction visible au Train de Quatre), les conditions d'intubation étaient jugées dans 98% des cas cliniquement acceptables (somme des conditions excellentes et bonnes)

Ainsi dans le MAPAR 2016 il était conseillé de débuter le monitoring avant l'injection du curare afin de s'assurer que les 4 contractions soient bien visibles. Lorsque toutes les contractions ont disparu, l'intubation pouvait débuter et des conditions d'intubation cliniquement acceptables étaient attendues dans la grande majorité 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 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.

- **Diapo 7** : Cependant et finalement, la SFAR en 2018 affirme qu'avec l'a atracurium ou le rocuronium administrés à doses adaptées pour l'intubation trachéale, et l'attente systématique du délai d'action moyen avant de débuter la laryngoscopie permet l'obtention des conditions optimales d'intubation.

Ainsi PAS de recommandation concernant la pertinence du monitoring neuromusculaire pour l'intubation, (comparé à un délai fixe après l'injection de rocuronium ou d'a atracurium.)

Monitoring de la curarisation

- Mais, si un monitoring instrumental de la curarisation est utilisé, le muscle sourcilier est le site recommandé, et non l'orbiculaire comme il était décrit dans le passé.

Mais pourquoi ce muscle sourcilier dont on parle depuis tout à l'heure ? Du fait de sa sensibilité aux curares et de sa cinétique de curarisation comparables à celles des muscles laryngés...

Sensibilité musculaire variable qui nous permettra de mieux comprendre les indications des monitorages per et post-op !

- Diapo 8 : Sensibilité musculaire variable : IMAGE La cinétique de curarisation du muscle sourcilier est globalement superposable à celle des muscles adducteurs laryngés alors que celle de l'orbiculaire de l'oeil correspond beaucoup plus à celle des muscles plus sensibles aux curares.

- Diapo 9 : On distingue ainsi trois groupes musculaires selon leur sensibilité : les muscles résistants, muscles intermédiaires et les muscles sensibles.

Ces groupes musculaires ont des comportements différents quant au délai d'installation et durée des effets des curares.

De cette classification découle le choix du site de monitoring selon les différents temps de la prise en charge anesthésique.

- Diapo 10 :

Le muscle sourcilier est celui-ci. **(IMAGE 1)**

Lors de la stimulation du nerf facial par train de quatre et estimation visuelle de la réponse au muscle sourcilier, les électrodes sont positionnées comme ceci. **(IMAGE 2)**

De manière à stimuler la branche temporale du nerf facial **(IMAGE 3)**

Dans l'étude présentant les résultats Diapo 8 sur la Sensibilité Musculaire : le nerf facial était stimulé à l'intensité de 20mA, *ce qui était suffisant pour une stimulation supramaximale (= au dessus de l'intensité nécessaire pour recruter toutes les fibres musculaires)* et éviter la stimulation directe du muscle !!!! En effet si l'on utilise une intensité supérieure à 30mA, une contraction musculaire a lieu, on stimule directement le muscle, indépendamment de la jonction neuro-musculaire et donc de la curarisation. On aura donc un faux positif, une contraction qui ne reflétera pas la profondeur de la curarisation.

D'autre part on comprend mieux pourquoi en per-op, il nous arrive très fréquemment d'observer des signes de décurarisation – sur le plan respiratoire avec nos appareils, au niveau abdominal si le chirurgien constate des contractions, car les muscles résistants sont en cours de décurarisation alors que les muscles plus sensibles ne le sont pas.

Monitoring de la curarisation

B/ En per-op : Diapo 11

SFAR 2018 : « Il est recommandé de monitorer la curarisation en per-opératoire. » Accord FORT.

Ce qui est d'autant plus logique que les besoins per-opératoires en curares seront variables d'un individu à l'autre comme nous l'avons dit précédemment.

« Il est probablement recommandé d'utiliser la stimulation par train de quatre du

nerf ulnaire à l'adducteur du pouce pour monitorer la curarisation peropératoire. »

Ainsi la stimulation peropératoire de référence reste l'évaluation de la réponse de

l'adducteur du pouce après stimulation par train de quatre. La présence d'une à deux

réponses au train de quatre à l'adducteur du pouce témoigne d'une récupération d'environ 10% de la force musculaire initiale et est considéré comme un bloc neuro-musculaire modéré.

Quand une curarisation profonde des muscles les plus résistants de l'organisme (diaphragme, muscles de la paroi abdominale) est indiquée, il est recommandé d'attendre la disparition des quatre réponses au train de quatre à l'adducteur du pouce et de monitorer en utilisant une stimulation par PTC (post-tetanic count) ou CPT (compte post-tétanique). Dans ce cas, la présence d'une à cinq réponses à l'adducteur du pouce témoigne d'une paralysie complète des muscles abdominaux.

DIAPO 12 : (IMAGE) Comme en témoigne cette étude, publiée en 2007, menée sur 12 patients chez qui une chirurgie orthopédique des membres inférieurs était programmée, le bloc neuromusculaire au niveau du diaphragme (DIA) était mesuré grâce à des aiguilles percutanées qui stimulaient le diaphragme, et des électrodes accolées à la paroi thoracique permettaient de mesurer la contraction musculaire.

Parallèlement à ce monitoring de la curarisation diaphragmatique, des mesures répétées du CPT à l'adducteur du pouce et du TdQ au muscle sourcilier avaient lieu.

Ainsi il avait été observé que la première réponse observée au CPT de l'A.P. apparaissait plus précocement que la première au TdQ au muscle sourcilier lors de la décurarisation progressive du muscle diaphragmatique.

Avec ≤ 5 réponses au CPT de l'A.P., la mesure électromyographique de la profondeur du bloc neuromusculaire du diaphragme retrouvait une valeur proche de 21% de la valeur de référence (pré-curarisation).

Avec 1 à 2 réponses au TdQ du muscle sourcilier, la décurarisation du diaphragme a été calculée à 47%.

Ainsi, la stimulation du nerf facial par train de quatre et estimation visuelle de la réponse au muscle sourcilier est une alternative au CPT, à priori moins performante mais recommandée également par la SFAR.

Monitoring de la curarisation

La SFAR précise également qu'« en fin d'intervention, il est recommandé de basculer dès que possible sur un monitoring de l'adducteur du pouce pour quantifier la décurarisation ».

C/ Antagonisation : Diapo 13

Ici les résultats d'une étude de 2004 qui a analysé le délai d'obtention du TdQ \geq à 90 % après administration de rocuronium. **IMAGE** 160 patients ont été étudiés en huit groupes de vingt selon le nombre de réponses de l'adducteur du pouce au TdQ (une, deux, trois et quatre réponses) au moment de l'injection de néostigmine, et selon l'agent d'entretien de l'anesthésie (propofol ou sévoflurane). La néostigmine était administrée à la dose de 70 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Le délai pour obtenir un TdQ \geq à 90% était en moyenne dans les groupes, pour le propofol, de 8,6 ; 7,5 ; 5,4 et 4,7 minutes dans les groupes un, deux, trois et quatre respectivement ; et pour le sévoflurane : 26,6 ; 22,6 ; 15,6 et 9,7 dans les groupes un, deux, trois et quatre.

Tous les délais étaient significativement plus courts lorsque l'anesthésie était entretenue par du propofol par rapport à un entretien par le sévoflurane.

DIAPO 14 : Ici ces résultats montrent que dix minutes après l'administration de la néostigmine, injectée après avoir obtenu quatre réponses de l'adducteur du pouce, tous les patients anesthésiés par le propofol avaient un TdQ \geq supérieur à 90 % contre seulement 11/20 soit 55% lorsque l'anesthésie était maintenue par le sévoflurane.

Ainsi, sous propofol, la néostigmine 70 $\mu\text{g}/\text{kg}$ administrée à quatre réponses provoque une décurarisation complète en moins de dix minutes. Ces résultats suggéraient que quatre réponses au TdQ est le minimum à obtenir avant d'administrer de la néostigmine et ont été repris par la SFAR pour leurs recommandations :

Diapo 15 : SFAR 2018 :

« Après l'administration d'un curare non dépolarisant d'attendre une décurarisation spontanée égale à quatre réponses musculaires à l'adducteur du pouce après une stimulation en train de quatre au nerf ulnaire avant d'injecter de la néostigmine. » Grade 1+ Accord Fort.

D/ Post-op : Diapo 16 :

Diapo 16 Etude publiée en 2013 menée sur 149 patients dont le TdQ était mesuré à l'arrivée en SSPI.

Monitoring de la curarisation

IMAGE : Les patients ont été répartis en 2 cohortes : un groupe avec un $TdQ < 0.9$ et l'autre avec un $TdQ \geq 0.9$. On examinait les patients pour déterminer l'absence ou la présence de 16 symptômes de faiblesse musculaire (dont 11 tests évaluant la force musculaire) à l'arrivée en SSPI, puis 20, 40 et 60 minutes après l'arrivée. L'incidence des symptômes de faiblesse musculaire était significativement supérieure dans le groupe avec le $TdQ < 0,9$ à tout moment du post-op (jusqu'à 1h en SSPI).

Parmi ces symptômes et tests il y avait l'habilité à tousser, à avaler, à parler, à sourire, à inspirer profondément, et aussi les plus connus : « Head Lift Test » et « Tongue Depressor Test » qui étaient utilisés dans le dépistage de la curarisation résiduelle.

HLT : Les muscles cervicaux responsables du décollement de la tête du plan du lit sont suffisamment sensibles à l'action des curares pour donner des indications sur la curarisation résiduelle. Il a été démontré que lever la tête pour au moins 5 s correspond à un $T4/T1$ d'environ 0,5. Mais en pratique cet intervalle de 5 s n'est que rarement respecté et des intervalles plus courts sont moins pertinents.

Le « Tongue Depressor Test » : qui évalue la force musculaire des masséters en demandant au patient de serrer un abaisse langue entre les incisives. Ce test est actuellement considéré comme le test clinique le plus sensible pour détecter une curarisation résiduelle. Il permet, en théorie, de détecter des niveaux de curarisation résiduelle correspondant à un $T4/T1 < 0,8$. Mais ce test nécessite une collaboration active du patient et il est difficilement applicable (voire pas applicable du tout) en présence d'une sonde d'intubation.

Diapo 17 : Etude également reprise par la SFAR en 2018 pour ses recommandations : « Aucun test clinique n'est suffisamment sensible pour dépister une curarisation résiduelle. La mesure qualitative du rapport entre la 4ème et la 1ère réponse au train de quatre ($T4/T1$) supérieure ou égale à 0,9 est requise pour éliminer formellement le diagnostic de curarisation résiduelle. [...]

Le monitoring doit être effectué sur un muscle de sensibilité élevée aux curares, dont la cinétique de décurarisation est lente. L'adducteur du pouce par stimulation du nerf ulnaire est donc recommandé. »

Les Trucs Diapo 19

- Lors de la décontamination, manipulez avec précaution, sans choc, l'accéléromètre.
- Dégraisser la peau pour diminuer l'impédance cutanée ! Cette dernière augmente également lorsque la température chute de plus d'un degré ! L'impédance est aux courants alternatifs ce que la résistance est aux courants continus, l'intensité de la stimulation externe parvenant au nerf sera diminuée si l'impédance augmente.
- Pour monitorer le muscle sourcilier, baissez l'intensité des stimulations à 30 mA, au-delà, vous stimulez les muscles

Monitorage de la curarisation

directement et obtenez un faux positif ! (ce n'est plus la transmission nerf facial-muscle qui est évalué, et c'est bien elle qui est inhibée par les curares.)