



Monitoring de la fonction neuromusculaire

François Donati
15 février 2006



Références

- Barash, 5e édition 2005; 421-452
- Anesthesia & Analgesia, 2000; 90: S2-S6



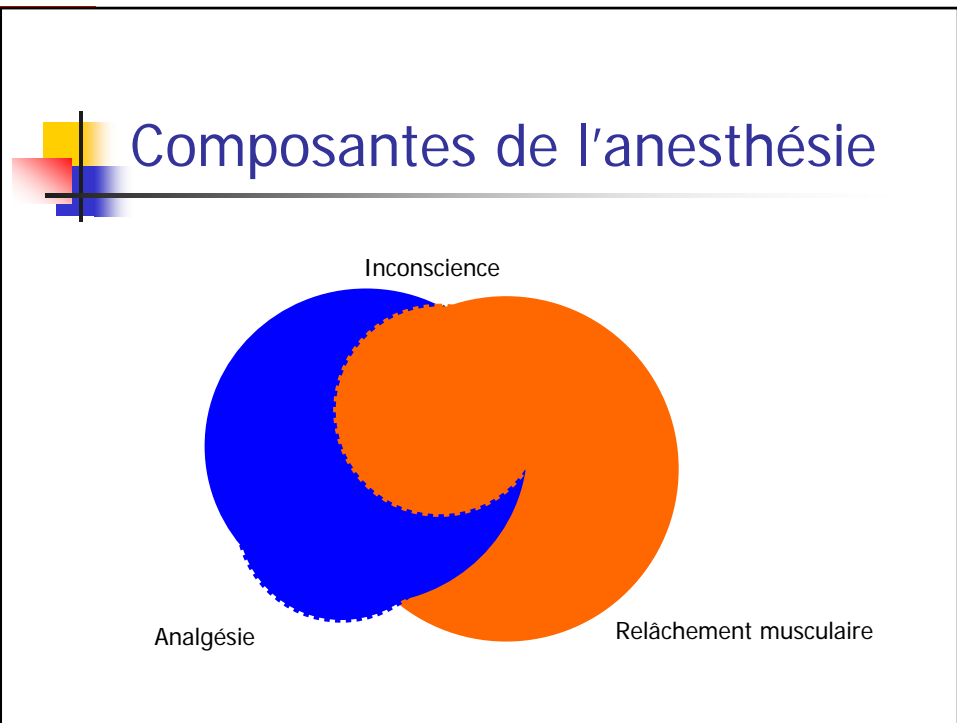
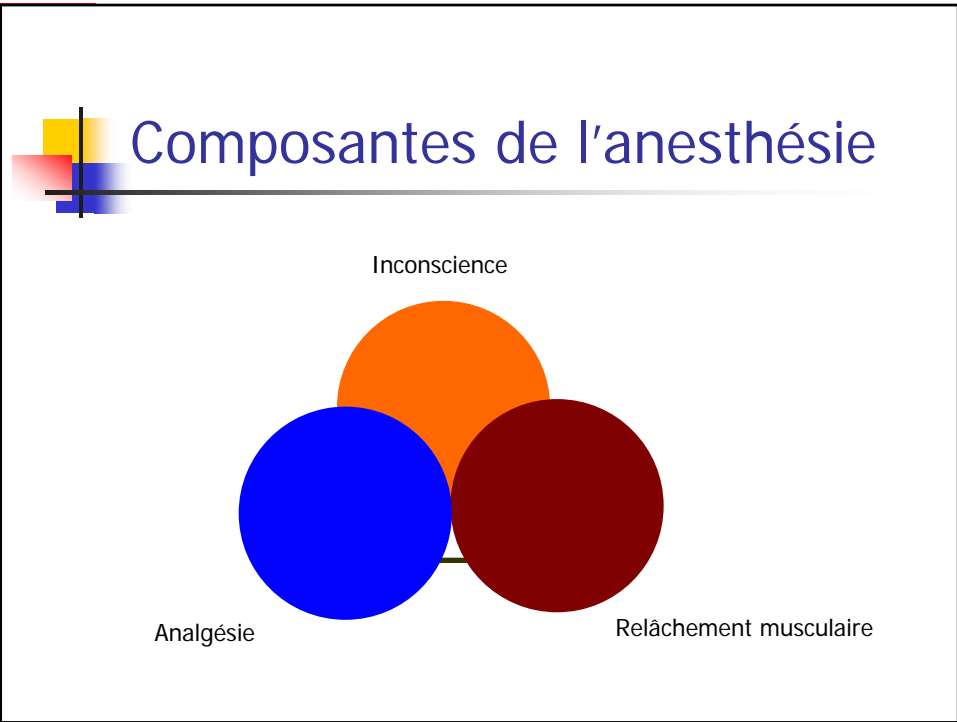
Plan

- **Pourquoi?**
- **Stimulateurs**
- **Caractéristiques du bloc non-dépolarisant**
- **Caractéristiques du bloc dépolarisant**
- **Techniques de mesure**
- **Modes de stimulation**
- **Réponse des différents muscles**
- **Sites de stimulation**
- **Problèmes cliniques**

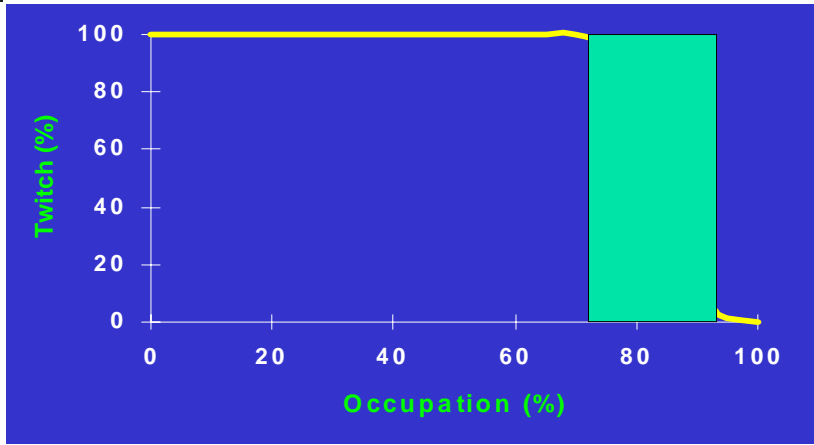


Plan

- **Pourquoi?**
- ┌ Stimulateurs
- ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- ┌ Techniques de mesure
- ┌ Modes de stimulation
- ┌ Réponse des différents muscles
- ┌ Sites de stimulation
- ┌ Problèmes cliniques



Occupation des récepteurs



Waud BE, Waud DR. *Anesthesiology* 1972; 28-327

Variabilité: un exemple

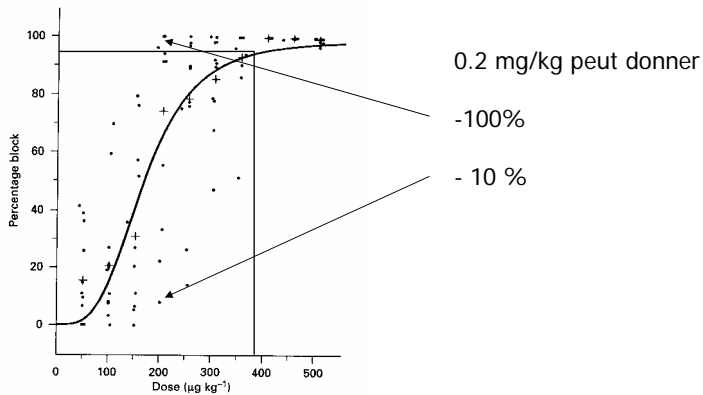
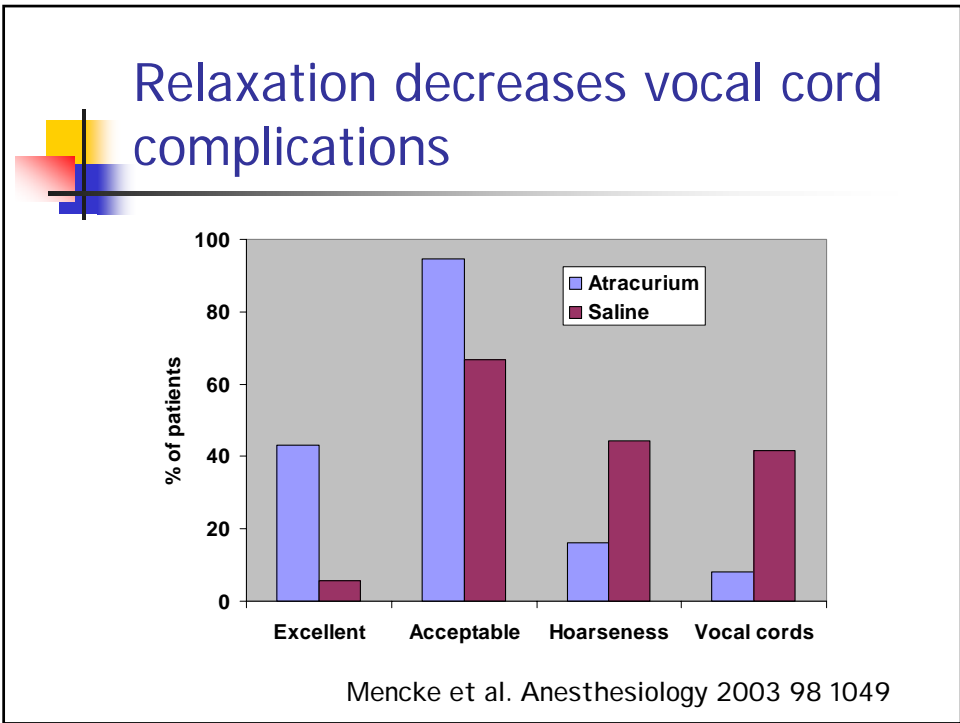
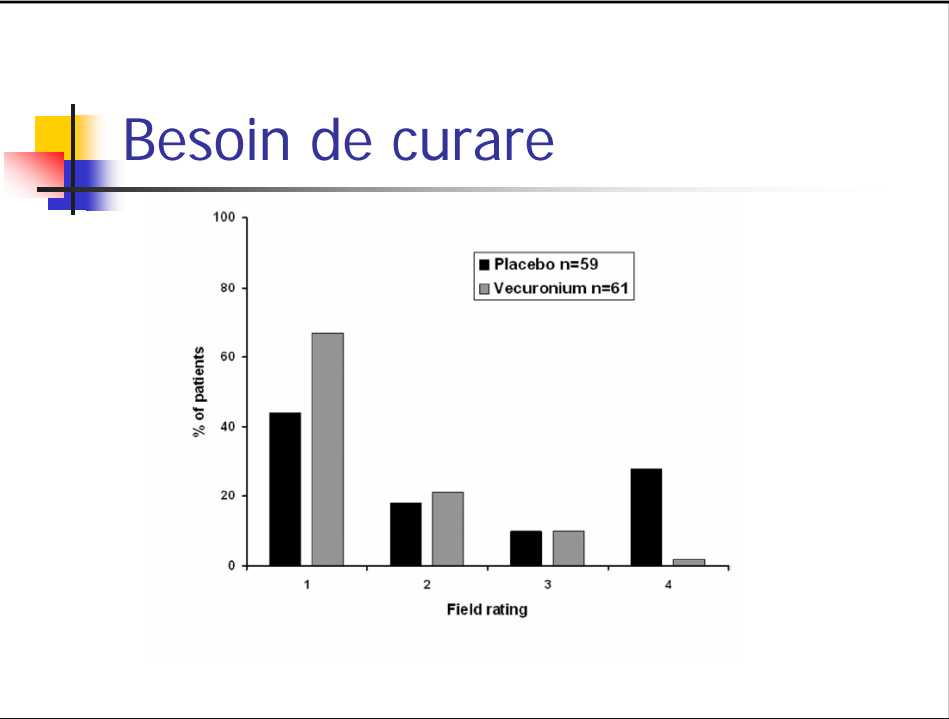


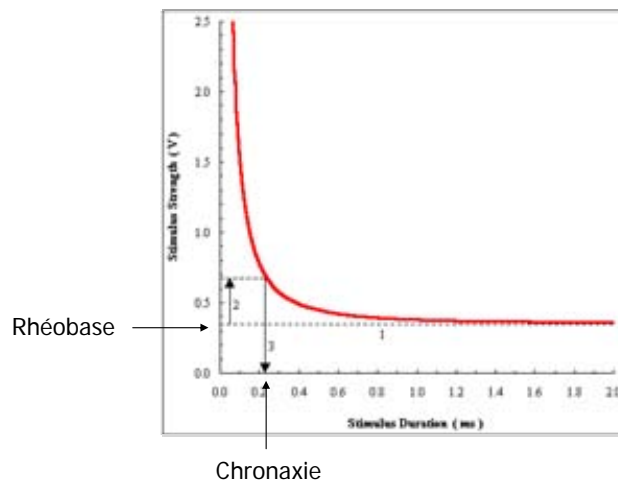
Fig. 1. Relationship between dose of suxamethonium and percentage block of the evoked isometric twitch response of adductor pollicis brevis calculated by non-linear least squares regression. (●) = Dose-response data of individual patients ($n = 120$); + = mean of the 10 dosage groups ($50\text{--}500 \mu\text{g kg}^{-1}$) studied.

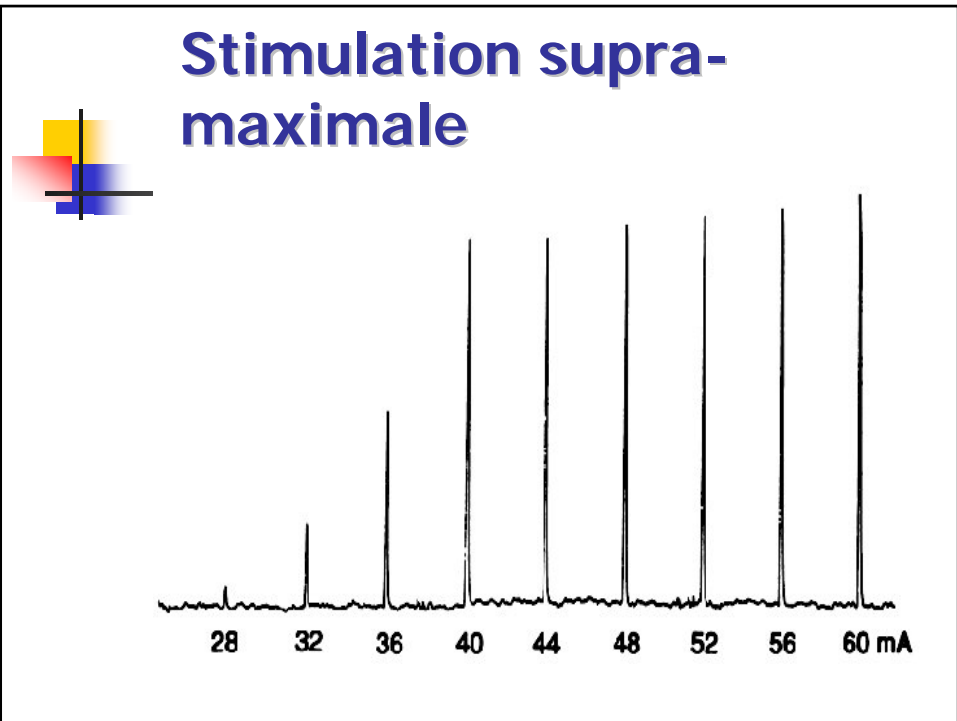
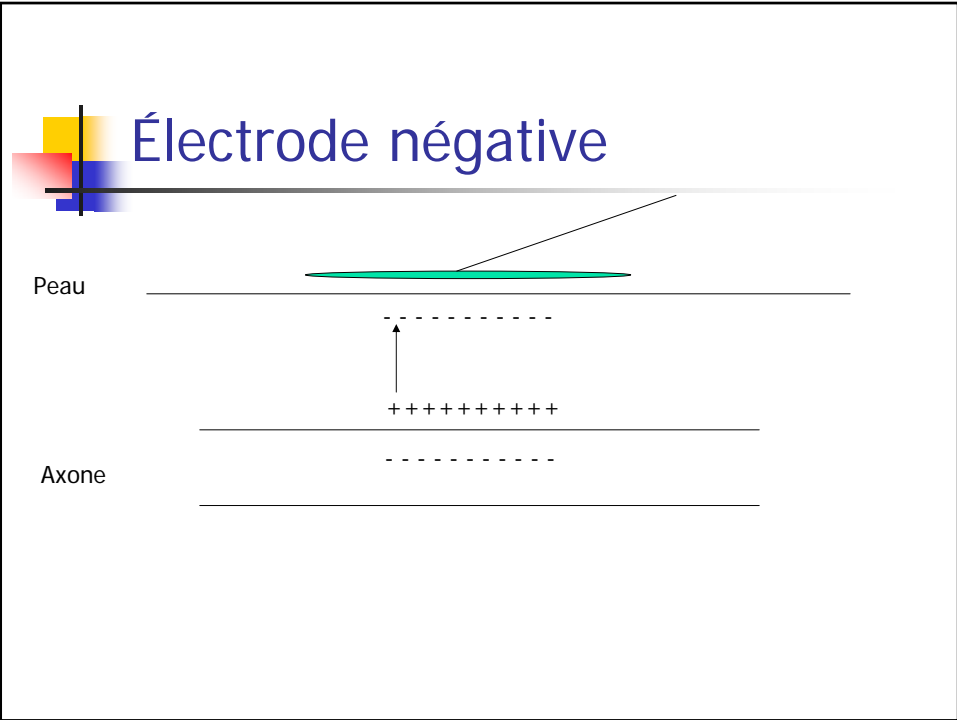


Plan

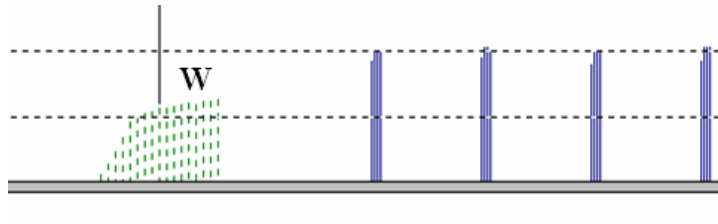
- ┌ Pourquoi?
- **Stimulateurs**
 - ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
 - ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
 - ┌ Techniques de mesure
 - ┌ Modes de stimulation
 - ┌ Réponse des différents muscles
 - ┌ Sites de stimulation
 - ┌ Problèmes cliniques

Rhéobase et chronaxie

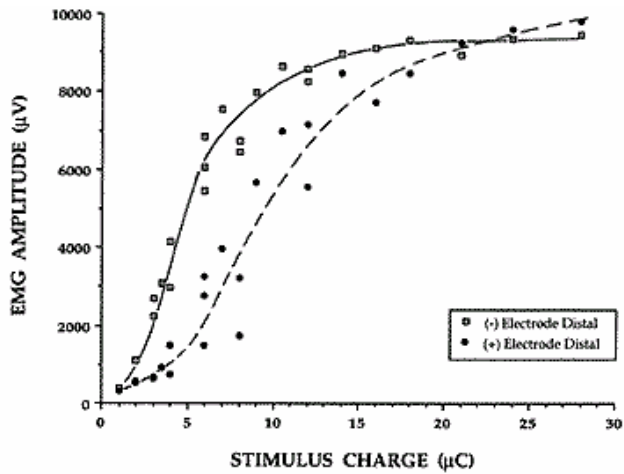




Calibration

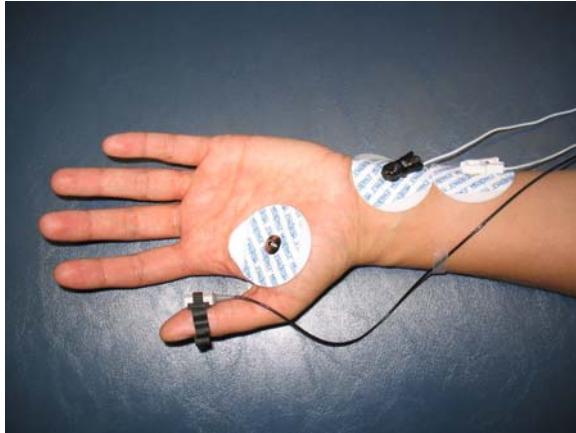


Polarité

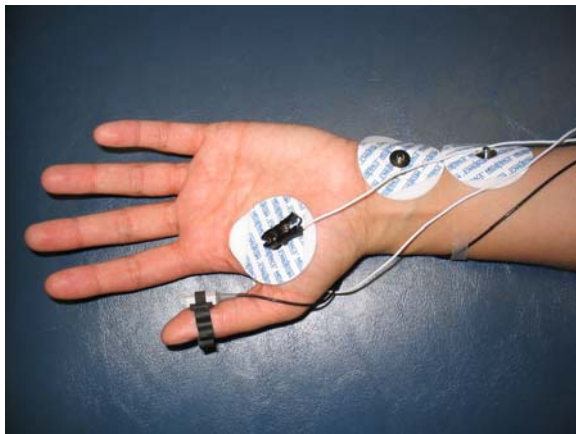


Brull et al. Anesthesiology 1995; 83: 702

Position des électrodes

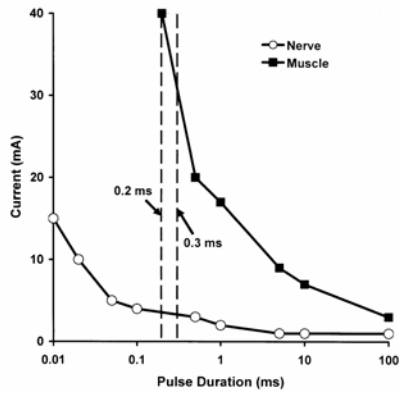


Position des électrodes sur la main

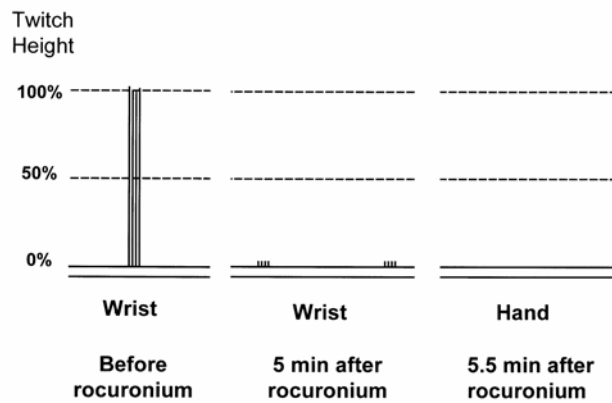




Stimulation musculaire directe



Stimulation musculaire directe





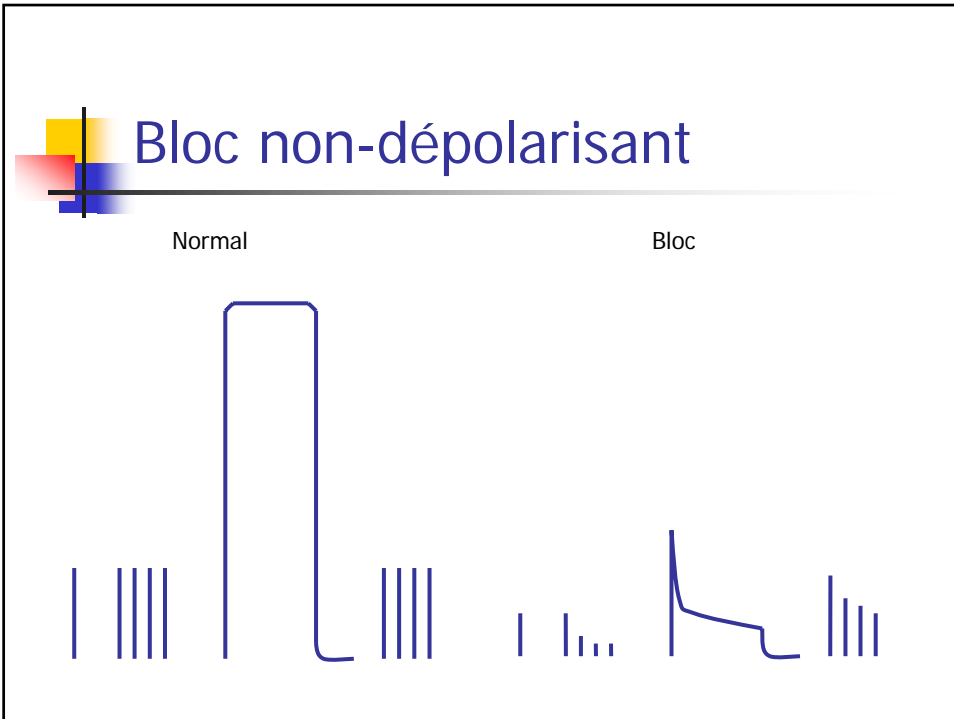
Plan

- ┌ Pourquoi?
- ┌ Stimulateurs
- **Caractéristiques du bloc non-dépolarisant**
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- ┌ Techniques de mesure
- ┌ Modes de stimulation
- ┌ Réponse des différents muscles
- ┌ Sites de stimulation
- ┌ Problèmes cliniques



Caractéristiques du bloc non-dépolarisant

- Épuisement au train-de-quatre
- Épuisement à la stimulation tétanique
- Facilitation post-tétanique
- Antagonisme du bloc par les anti-cholinestérasiques



- ## Plan
- ┌ Pourquoi?
 - ┌ Stimulateurs
 - ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
 - **Caractéristiques du bloc dépolarisant**
 - ┌ Techniques de mesure
 - ┌ Modes de stimulation
 - ┌ Réponse des différents muscles
 - ┌ Sites de stimulation
 - ┌ Problèmes cliniques

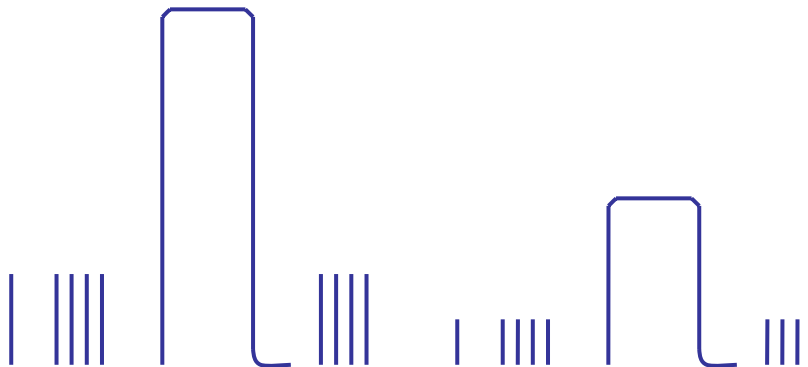
Caractéristiques du bloc dépolarisant

- Pas d'épuisement au train-de-
quatre
- Pas d'épuisement à la stimulation
tétanique
- Pas de facilitation post-tétanique
- Potentialisation par les anti-
cholinestérasiques

Bloc dépolarisant

Normal

Bloc





Plan

- ┌ Pourquoi?
- ┌ Stimulateurs
- ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- **Techniques de mesure**
- ┌ Modes de stimulation
- ┌ Réponse des différents muscles
- ┌ Sites de stimulation
- ┌ Problèmes cliniques




Techniques de mesure

- Visuelle et tactile
- Force (MMG)
- Électromyographie (EMG)
- Accéléromyographie (AMG)
- Déplacement (KMG)
- Phonomyographie (PMG)



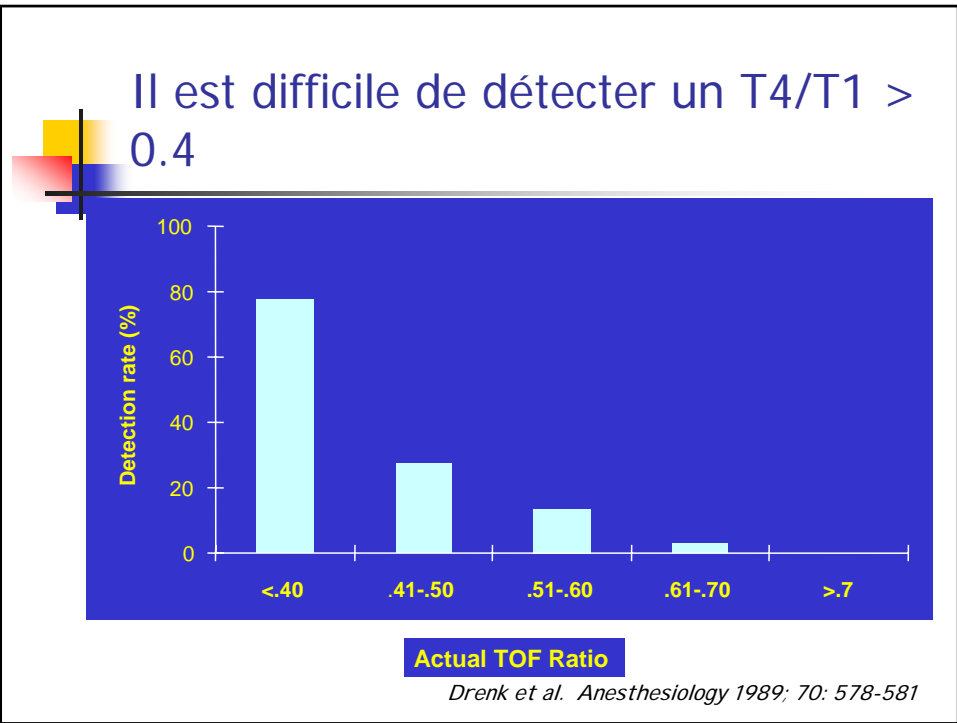
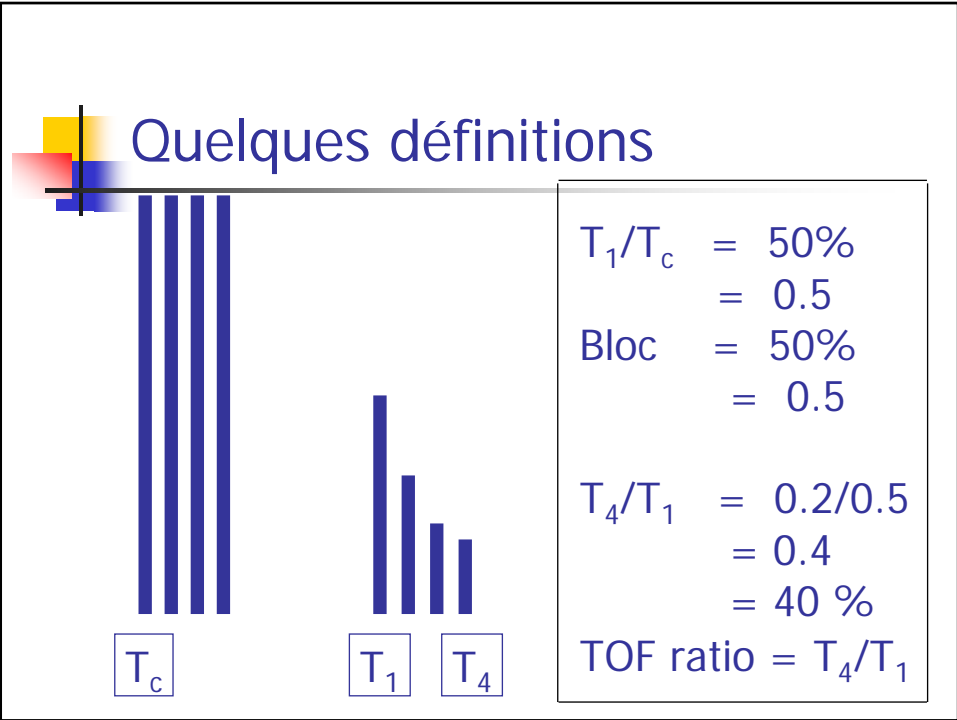
Techniques de mesure

- Visuelle et tactile
 - ┌ Force (MMG)
 - ┌ Électromyographie (EMG)
 - ┌ Accéléromyographie (AMG)
 - ┌ Déplacement (KMG)
 - ┌ Phonomiographie (PMG)



Évaluation tactile ou visuelle avec train-de-quatre

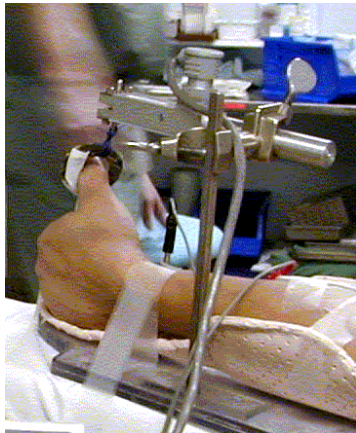
- Il est facile de compter le nombre de réponses du train-de-quatre
- Renverse: 2-4 twitches
- Difficile de détecter une curarisation profonde
- Difficile de détecter un épuisement (fade)



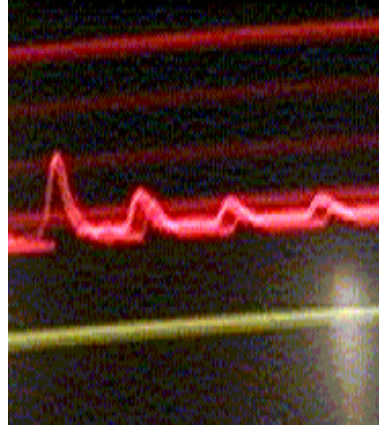
Techniques de mesure

- ┌ Visuelle et tactile
- **Force (MMG)**
- ┌ Électromyographie (EMG)
- ┌ Accéléromyographie (AMG)
- ┌ Déplacement (KMG)
- ┌ Phonomyographie (PMG)

Force (MMG)



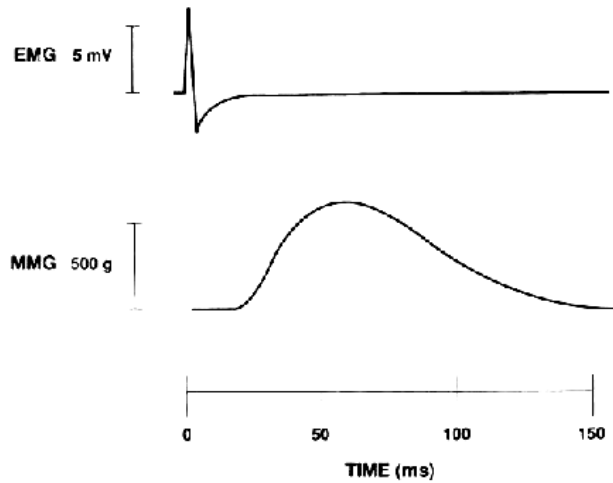
Force (système-maison)



Techniques de mesure

- ┌ Visuelle et tactile
- ┌ Force (MMG)
- **Électromyographie (EMG)**
- ┌ Accéléromyographie (AMG)
- ┌ Déplacement (KMG)
- ┌ Phonomyographie (PMG)

Comparaison EMG-MMG



Electromyographie





Techniques de mesure

- ┘ Visuelle et tactile
- ┘ Force (MMG)
- ┘ Électromyographie (EMG)
- **Accéléromyographie (AMG)**
- ┘ Déplacement (KMG)
- ┘ Phonomyographie (PMG)



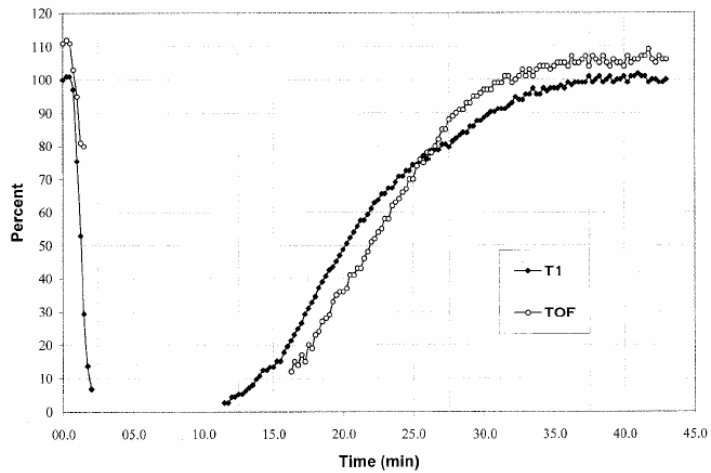
Accéléromyographie

- Principe $F = ma$
- Commercialisé
- Plus compact
- Peu coûteux
- Adaptable à plusieurs muscles
- Liberté de mouvement nécessaire

Accéléromyographie



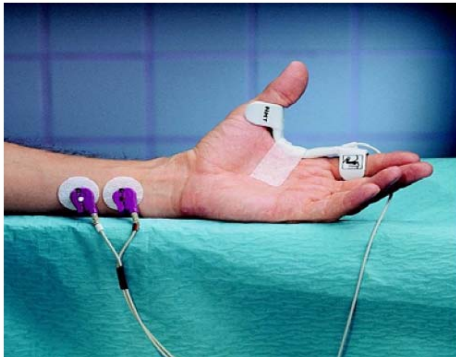
Relation T1-TOF



Techniques de mesure

- ┌ Visuelle et tactile
- ┌ Force (MMG)
- ┌ Électromyographie (EMG)
- ┌ Accéléromyographie (AMG)
- **Déplacement (KMG)**
- ┌ Phonomyographie (PMG)

Mesure de déplacement (KMG)



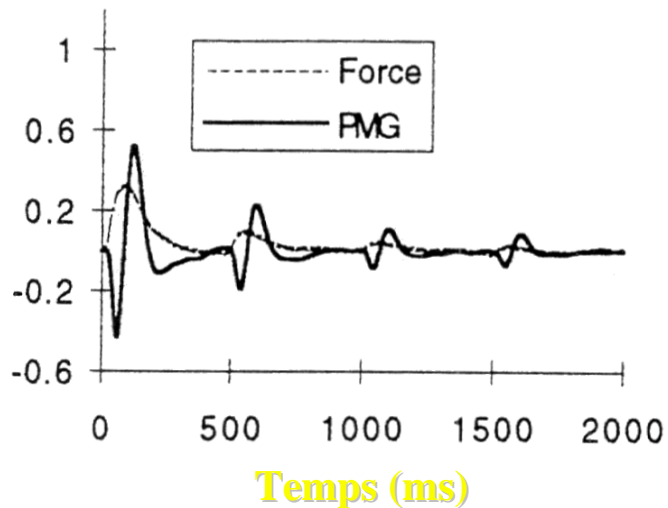
If the sensor only sees 2 twitches in response to a train of four, there will be no percentage given.



Techniques de mesure

- ┌ Visuelle et tactile
- ┌ Force (MMG)
- ┌ Électromyographie (EMG)
- ┌ Accéléromyographie (AMG)
- ┌ Déplacement (KMG)
- **Phonomyographie (PMG)**

Phonomyographie: exemple



Phonomyographie

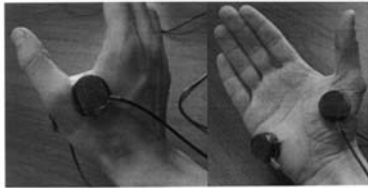
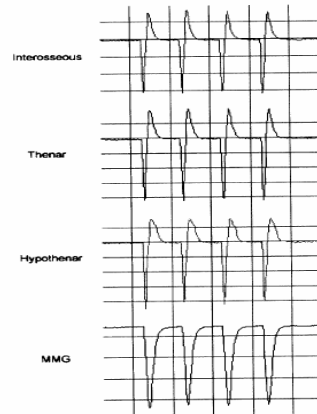


FIGURE 2 Positioning of the three microphones to monitor neuromuscular blockade of the first dorsal interosseus muscle (left), the adductor pollicis (right, thenar eminence), and the three hypothenar muscles (right, hypothenar eminence).



Plan

- ┌ Pourquoi?
- ┌ Stimulateurs
- ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- ┌ Techniques de mesure
- **Modes de stimulation**
 - ┌ Réponse des différents muscles
 - ┌ Sites de stimulation
 - ┌ Problèmes cliniques



Modes de stimulation

- Twitch unique
- Train-de-quatre
- Double-burst stimulation (DBS)
- Stimulation tétanique
- Post-tetanic count



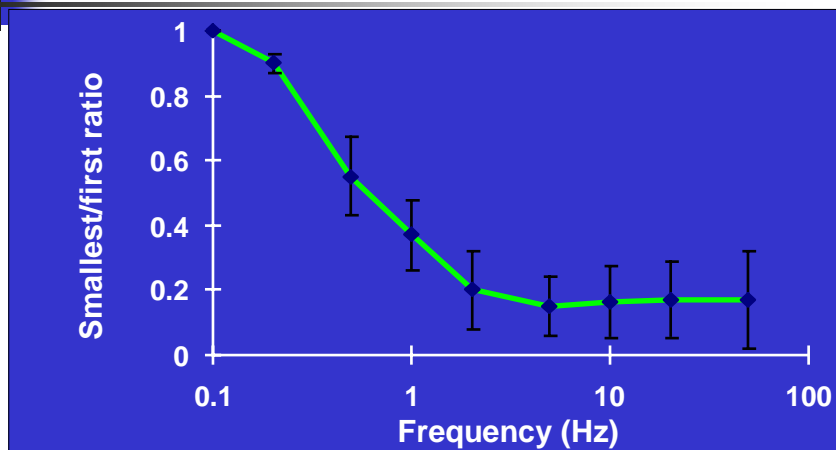
Modes de stimulation

- Twitch unique
- ┌ Train-de-quatre
- ┌ Double-burst stimulation (DBS)
- ┌ Stimulation tétanique
- ┌ Post-tetanic count

Modes de stimulation

- └ Twitch unique
- **Train-de-quatre**
- └ Double-burst stimulation (DBS)
- └ Stimulation tétanique
- └ Post-tetanic count

Pourquoi 2 Hz?

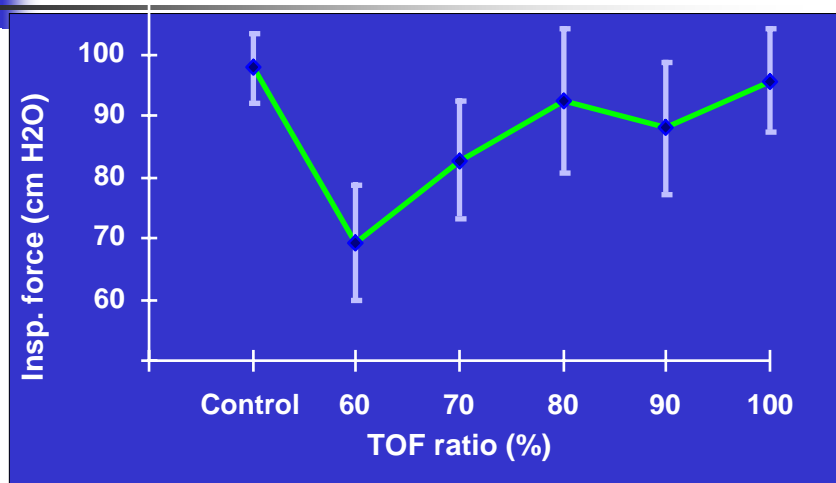


Lee CE, Katz RL. *Anesth Analg* 1977; 56: 271

Avantages du train-de-quatre

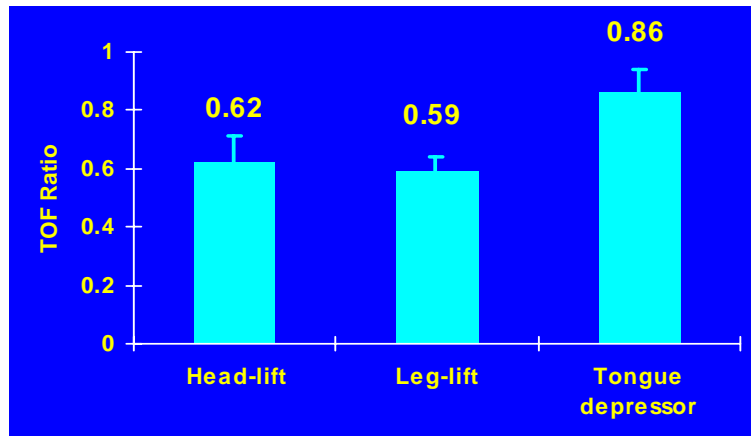
- Chaque réponse peut être vue ou palpée
- Épuisement observable
- Absence de facilitation post-tétanique
- Peut être répété à toutes les 10-12 s
- Corrélation entre épuisement et bloc
- Plus de sensibilité que le twitch unique
- Valeur contrôle non-nécessaire

Le seuil traditionnel de 0.7



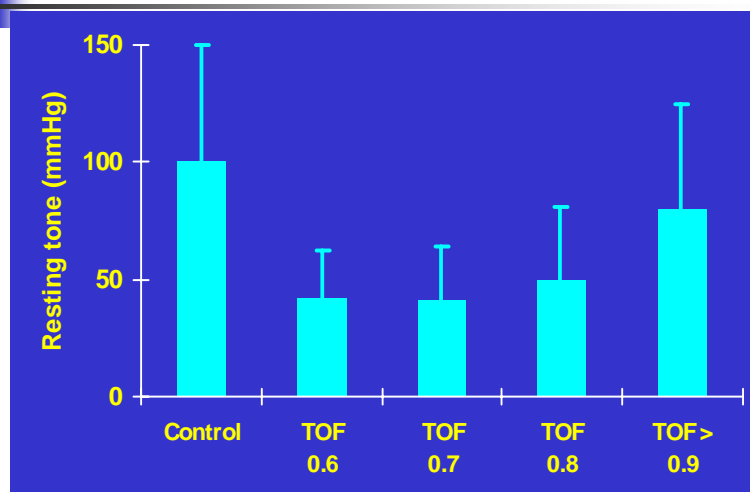
After Ali HH et al. *Br J Anaesth* 1975; 47: 570-4

Tests de récupération



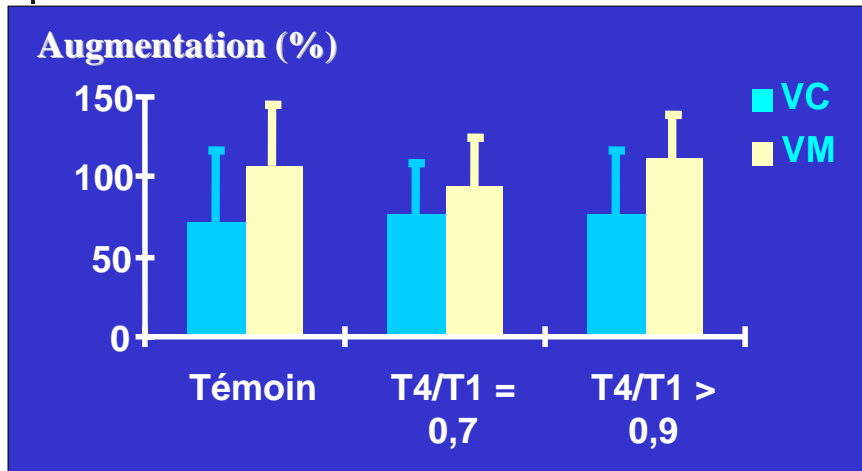
After Kopman et al. Anesthesiology 1997; 86: 765-71

Tonus oesophagien



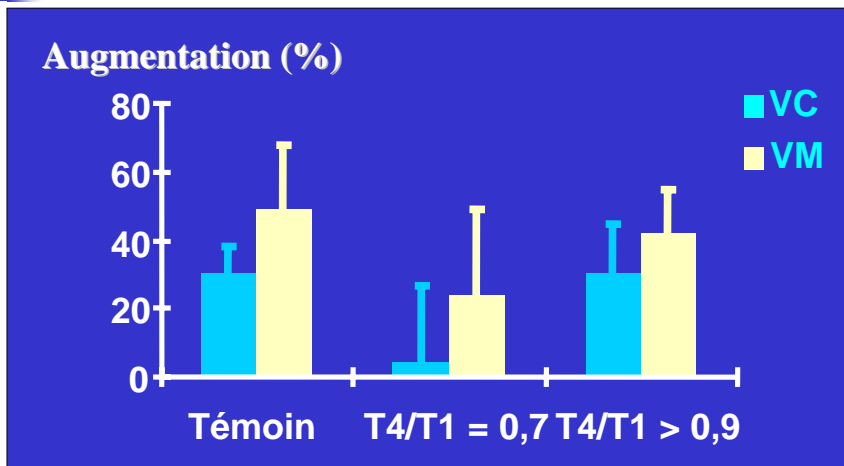
After Eriksson et al. Anesthesiology 1997; 87: 1035-43

Réponse à l'hypercarbie



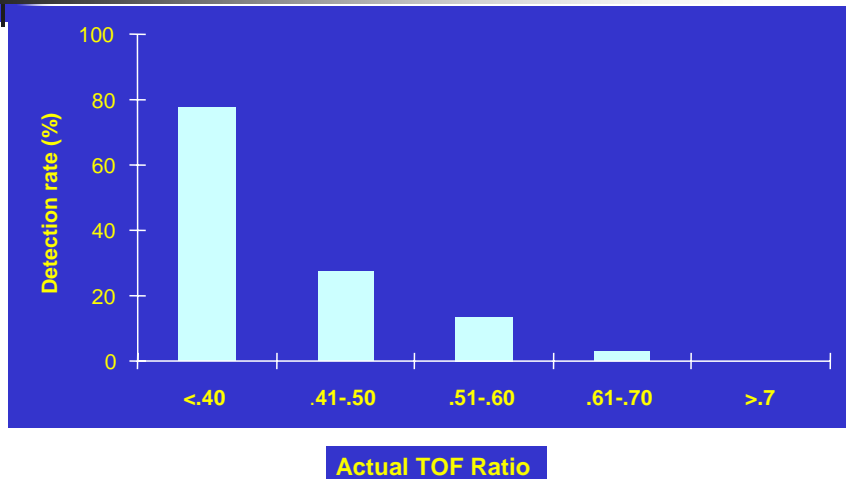
D'après Eriksson et al. Acta Anaesthesiol Scand 1992; 36: 710-715

Réponse à l'hypoxie



D'après Eriksson et al. Acta Anaesthesiol Scand 1992; 36: 710-715

Il est difficile de détecter un $T_4/T_1 > 0.4$

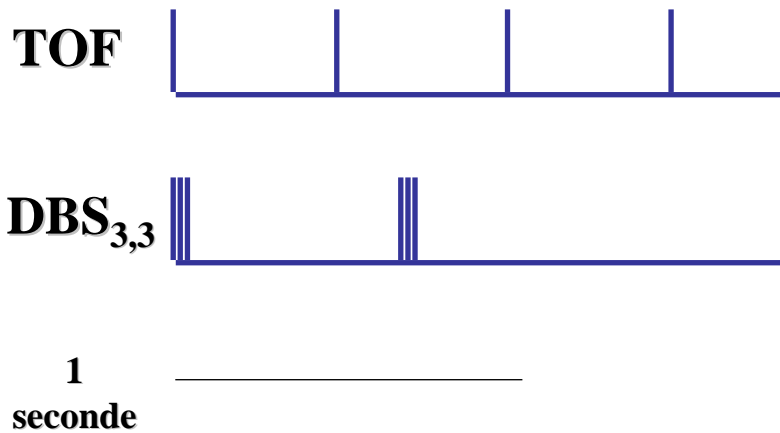


Drenk et al. Anesthesiology 1989; 70: 578-581

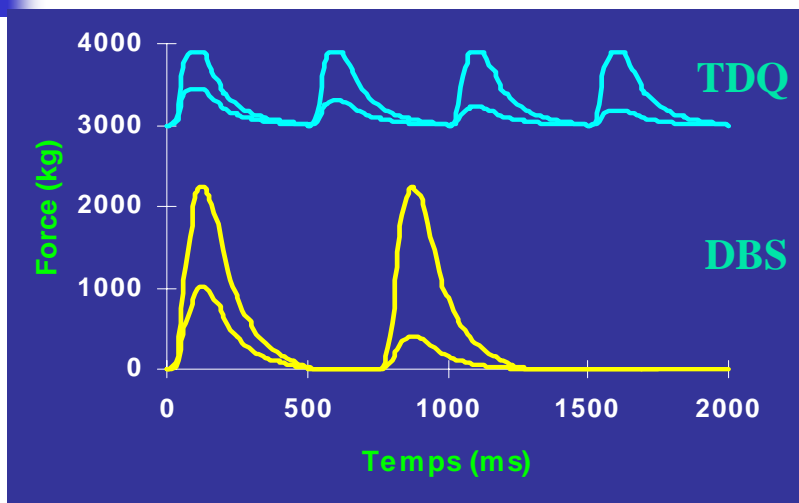
Modes de stimulation

- └ Twitch unique
- └ Train-de-quatre
- **Double-burst stimulation (DBS)**
- └ Stimulation tétanique
- └ Post-tetanic count

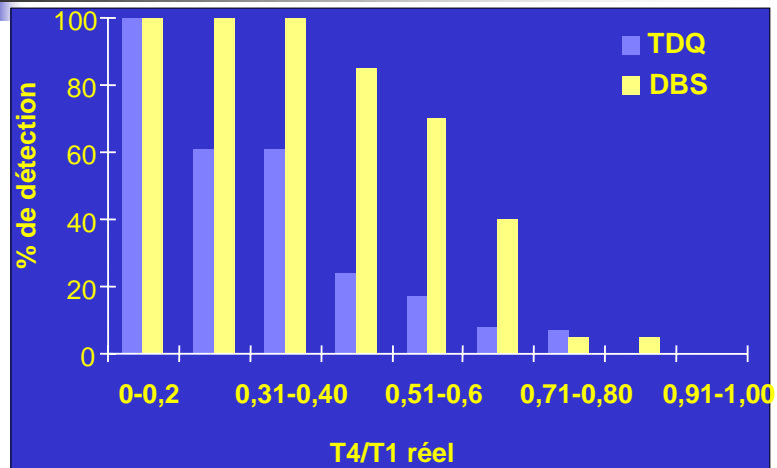
DBS vs TOF stimulation



Double burst stimulation (DBS)



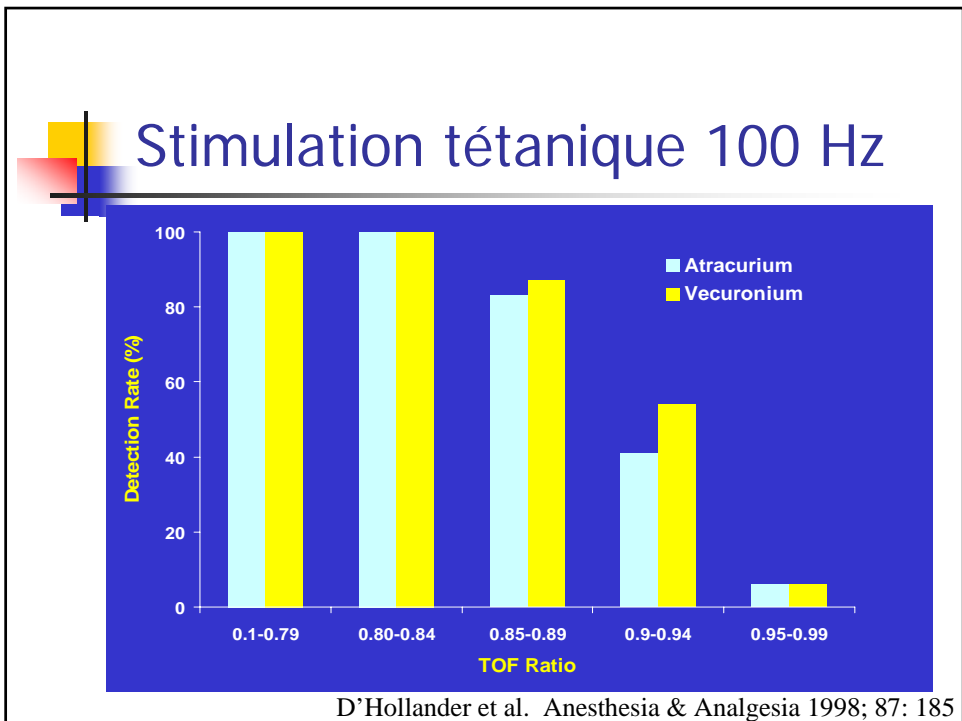
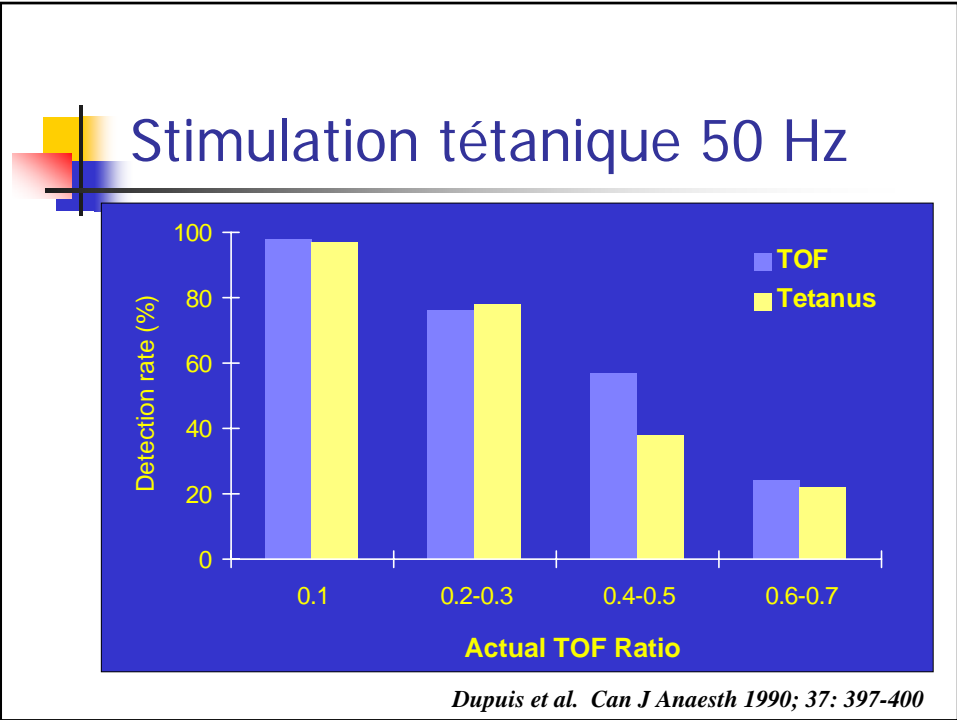
Détection avec DBS

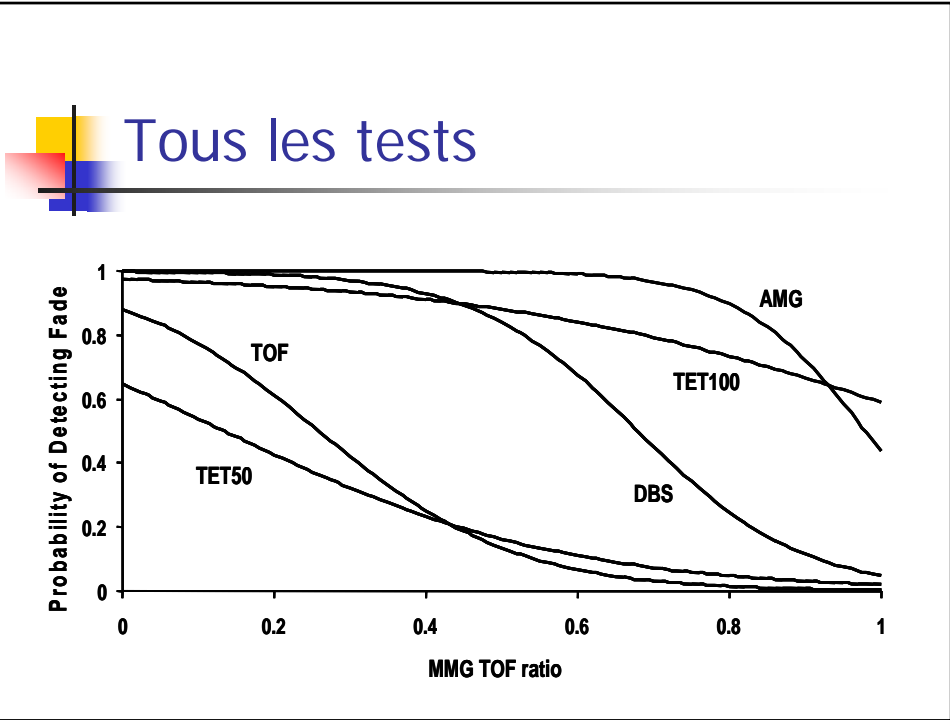


D'après Saitoh et al. Anesth Analg 1997; 84: 1354-8

Modes de stimulation

- ┌ Twitch unique
- ┌ Train-de-quatre
- ┌ Double-burst stimulation (DBS)
- **Stimulation tétanique**
- ┌ Post-tetanic count





- ## Modes de stimulation
- ┌ Twitch unique
 - ┌ Train-de-quatre
 - ┌ Double-burst stimulation (DBS)
 - ┌ Stimulation tétanique
 - **Post-tetanic count**

Post-tetanic count

- À faire quand il n'y a pas de twitch
- Tétanos: 50 Hz pendant 5 secondes
- Pause: 3 secondes
- Stimulation à 1 Hz
- Compter le nombre de twitches
- Moins il y a de twitches, plus la curarisation est profonde
- Ne pas répéter plus qu'à toutes les 2 min

Post-tetanic count

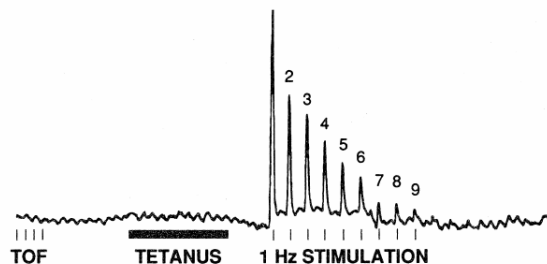


FIGURE 16-13. Posttetanic count (PTC). During profound blockade, no response is seen to train-of-four (TOF) or tetanus. However, because there is posttetanic facilitation, some twitches (in the case earlier, 9) can be seen after tetanic stimulation. In the example above, the PTC is 9.



PTC: interpretation

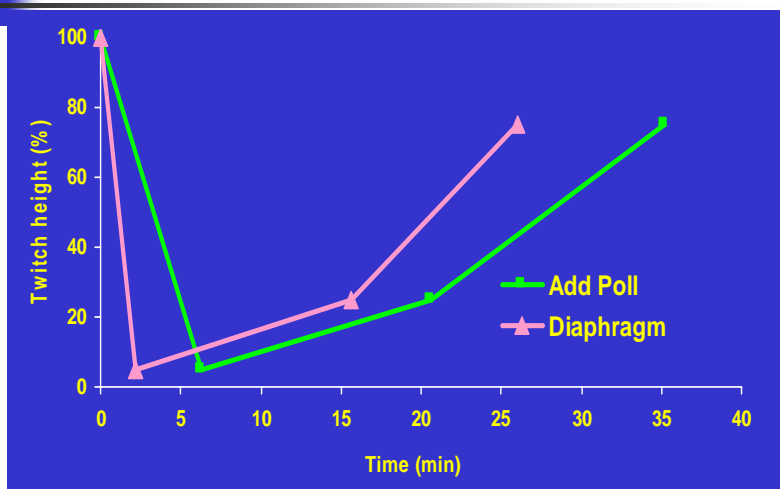
- PTC > 15: récupération imminente
- PTC = 0: curarisation très profonde
- PTC = 1-4: récupération dépend du curare
 - pancuronium 30-45 min
 - intermédiaires 10-15 min
 - mivacurium 5-10 min



Plan

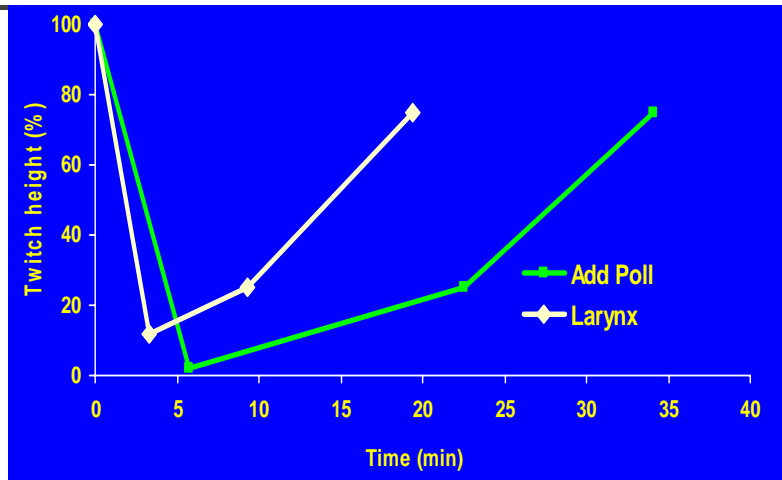
- ┌ Pourquoi?
- ┌ Stimulateurs
- ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- ┌ Techniques de mesure
- ┌ Modes de stimulation
- **Réponse des différents muscles**
 - ┌ Sites de stimulation
 - ┌ Problèmes cliniques

Diaphragme vs adducteur du pouce

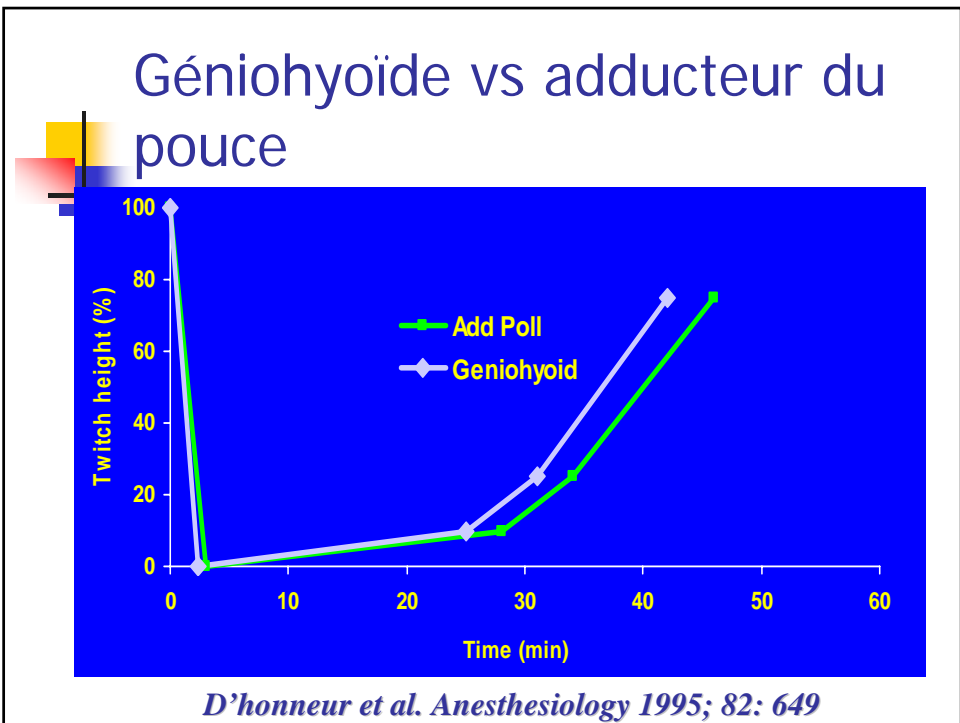
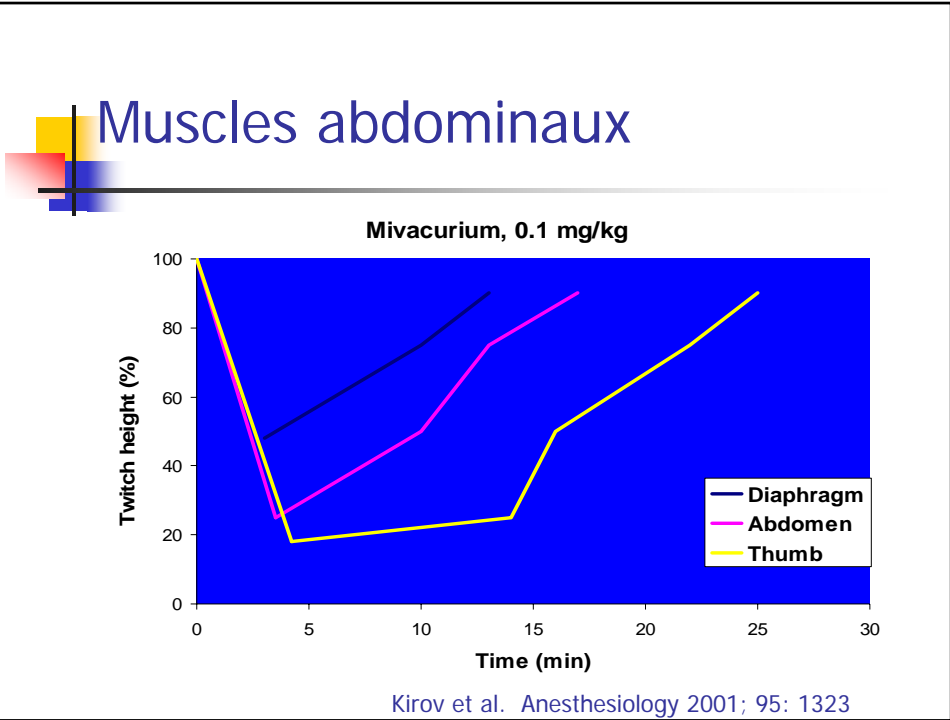


Donati et al. Anesthesiology 1990; 73: 870

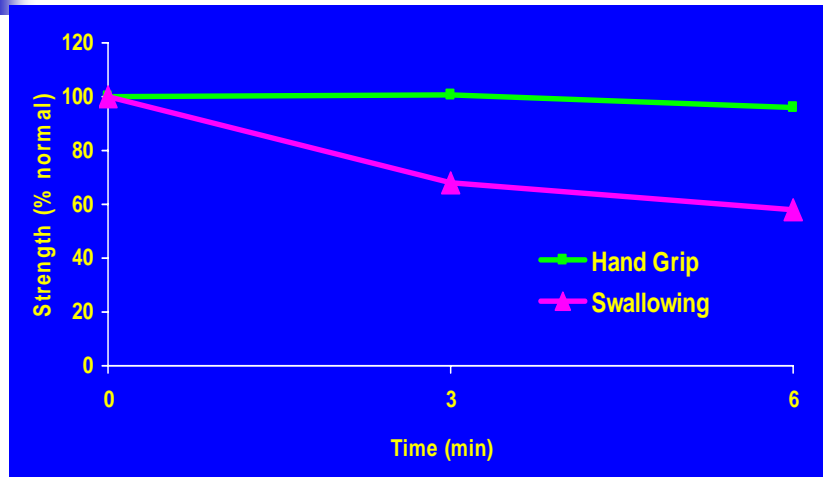
Larynx vs adducteur du pouce



Donati et al. Anesthesiology 1991; 74: 833



Main vs déglutition



D'Honneur et al. Anesthesiology 1992; 77: 1070

Plan

- ┌ Pourquoi?
- ┌ Stimulateurs
- ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- ┌ Techniques de mesure
- ┌ Modes de stimulation
- ┌ Réponse des différents muscles
- **Sites de stimulation**
- ┌ Problèmes cliniques

Plan

■ Pourquoi?

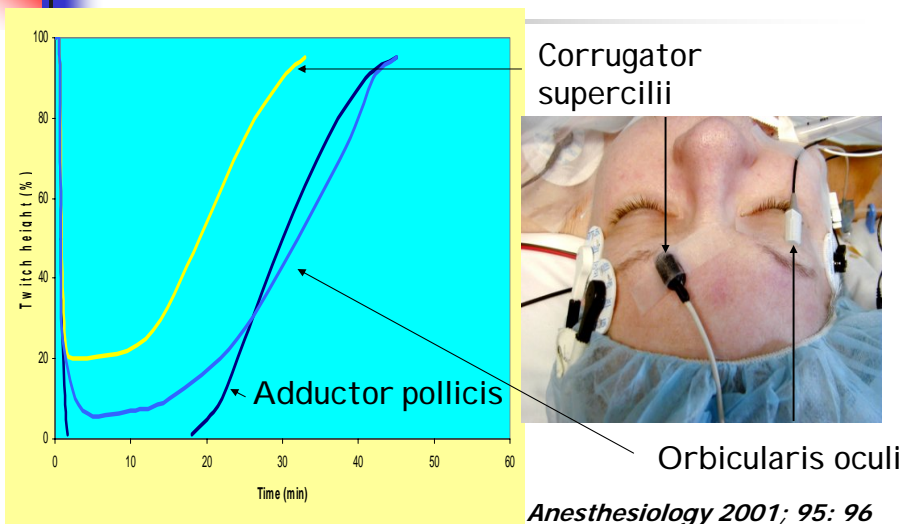
■ Stimulateurs

- Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- Caractéristiques du bloc dépolarisant
- Techniques de mesure
- Modes de stimulation
- Réponse des différents muscles

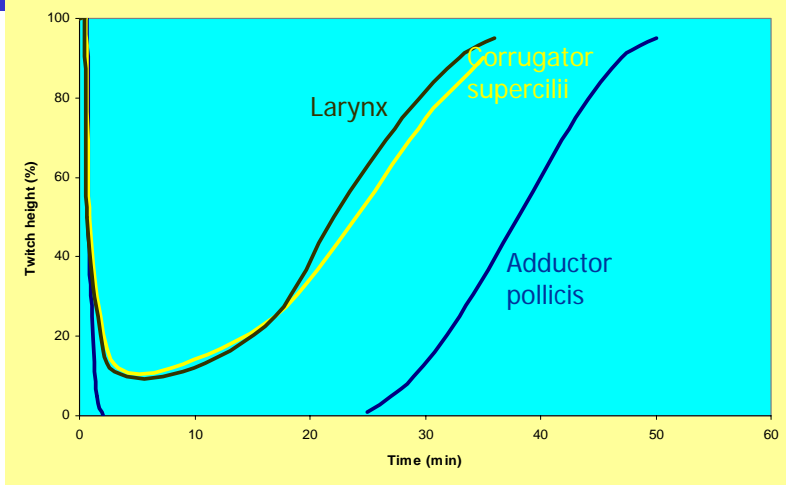
■ Sites de stimulation

- Problèmes cliniques

Orbiculaire de l'oeil vs sourcilier

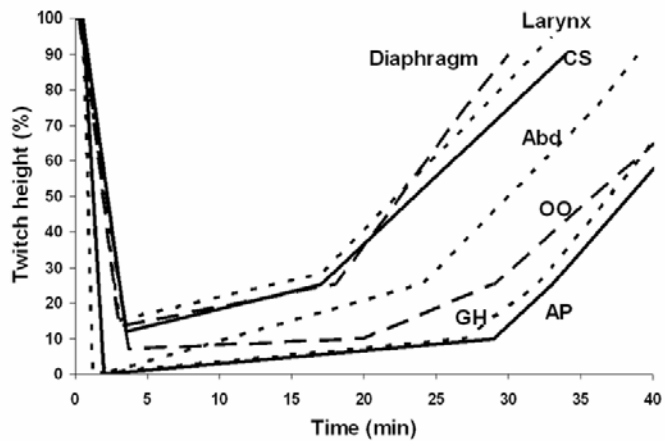


Sourcilier vs larynx



Plaud et al. Anesthesiology 2001; 95: 96

Résumé



Curarisation profonde

- **Post-tetanic count**
- **Sourcilier (corrugator supercilii)**

Résumé sur les muscles

Muscles	Délai	Intensité du bloc	Durée
Adducteur du pouce Petit doigt Pied	Lent	Profond	Longue
Adducteurs du larynx Diaphragme Sourcilier	Court à haute dose	Faible	Courte
Voies aériennes sup. Orbiculaire de l'oeil	Court	Très profond	Longue

Plan

■ Pourquoi?

■ Stimulateurs

- ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- ┌ Techniques de mesure
- ┌ Modes de stimulation
- ┌ Réponse des différents muscles
- ┌ Sites de stimulation

■ **Problèmes cliniques**

Problèmes cliniques - 1

- Intubation:
 - Rocuronium, 3 mg
 - Succinylcholine, 160 mg
- Monitoring?
 - Site
 - Mode



Problèmes cliniques - 2

- Intubation:
 - Rocuronium, 50 mg
- Monitoring?
 - Site
 - Mode
 - Attendre quoi?



Problèmes cliniques - 3

- Intubation:
 - Rocuronium, 50 mg
- Après 45 minutes
 - Le chirurgien se plaint
 - Pas de twitch au pouce
- Traitement?
 - Engueuler le chirurgien?
 - Faire réparer le neurostimulateur?
 - Donner plus de curare?

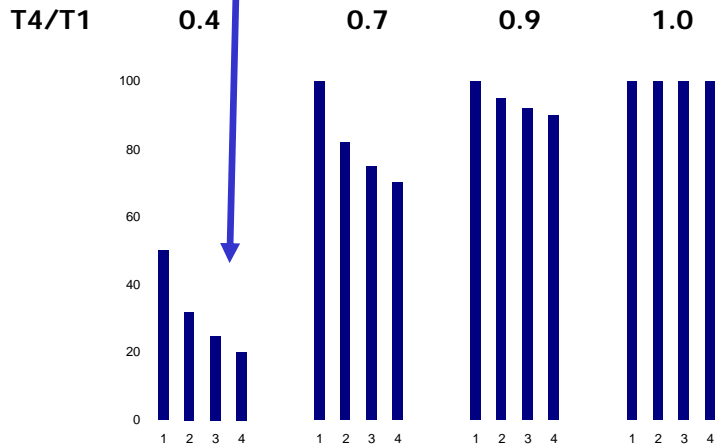
Problèmes cliniques - 4

- Intubation:
 - Rocuronium, 50 mg
- Entretien
 - Rocuronium, 10 mg x 1
- Le patient respire, 10 min avant la fin
- Que faire?

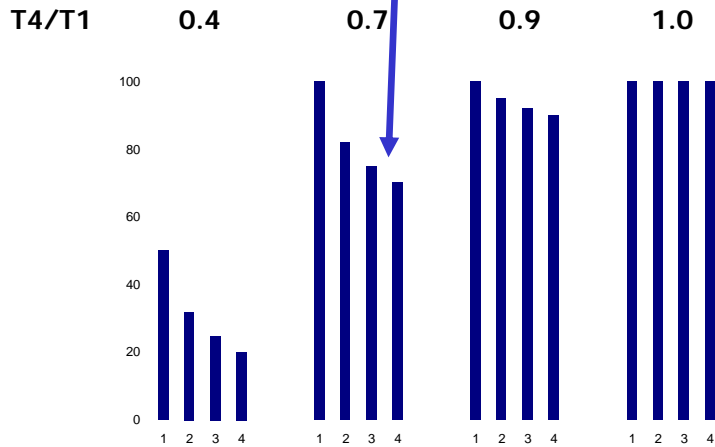
Problèmes cliniques - 5

- Intubation:
 - Rocuronium, 50 mg
- Entretien:
 - Rocuronium, 20 mg
- Monitoring à l'adducteur du pouce
- 4 twitches égaux à la fin de l'intervention
 - Néostigmine?

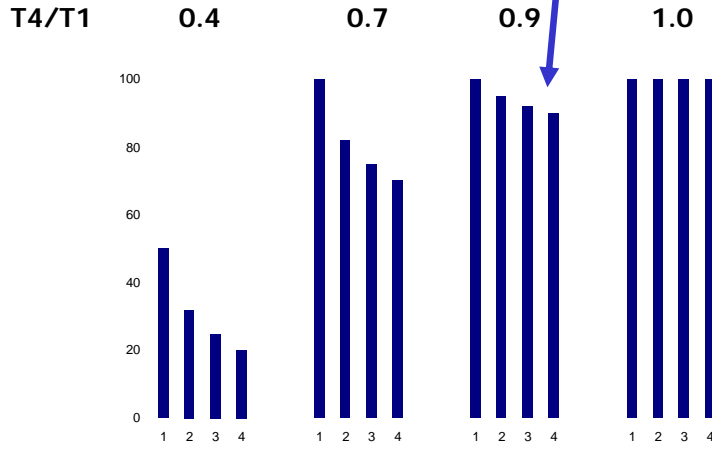
What you have when you feel 4 equal twitches



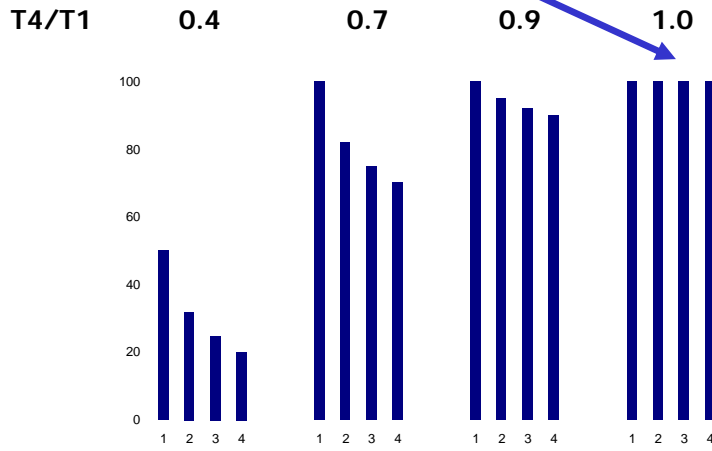
The traditional threshold for adequate neuromuscular function



The actual threshold for adequate neuromuscular function



Normal function

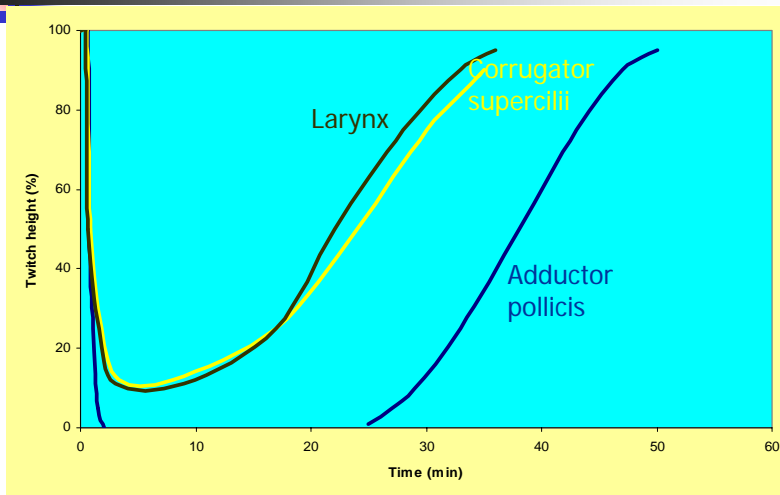


Problèmes cliniques - 6

Intubation:

- Rocuronium, 50 mg
- Entretien:
 - Rocuronium, 20 mg
- Monitoring au sourcilier
- 4 twitches à la fin de l'intervention
- Néostigmine, extubation
- Désature en salle de réveil

Sourcilier vs larynx



Plaud et al. *Anesthesiology* 2001; 95: 96