

Monitoring de la fonction neuromusculaire



François Donati

18 février 2009



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**

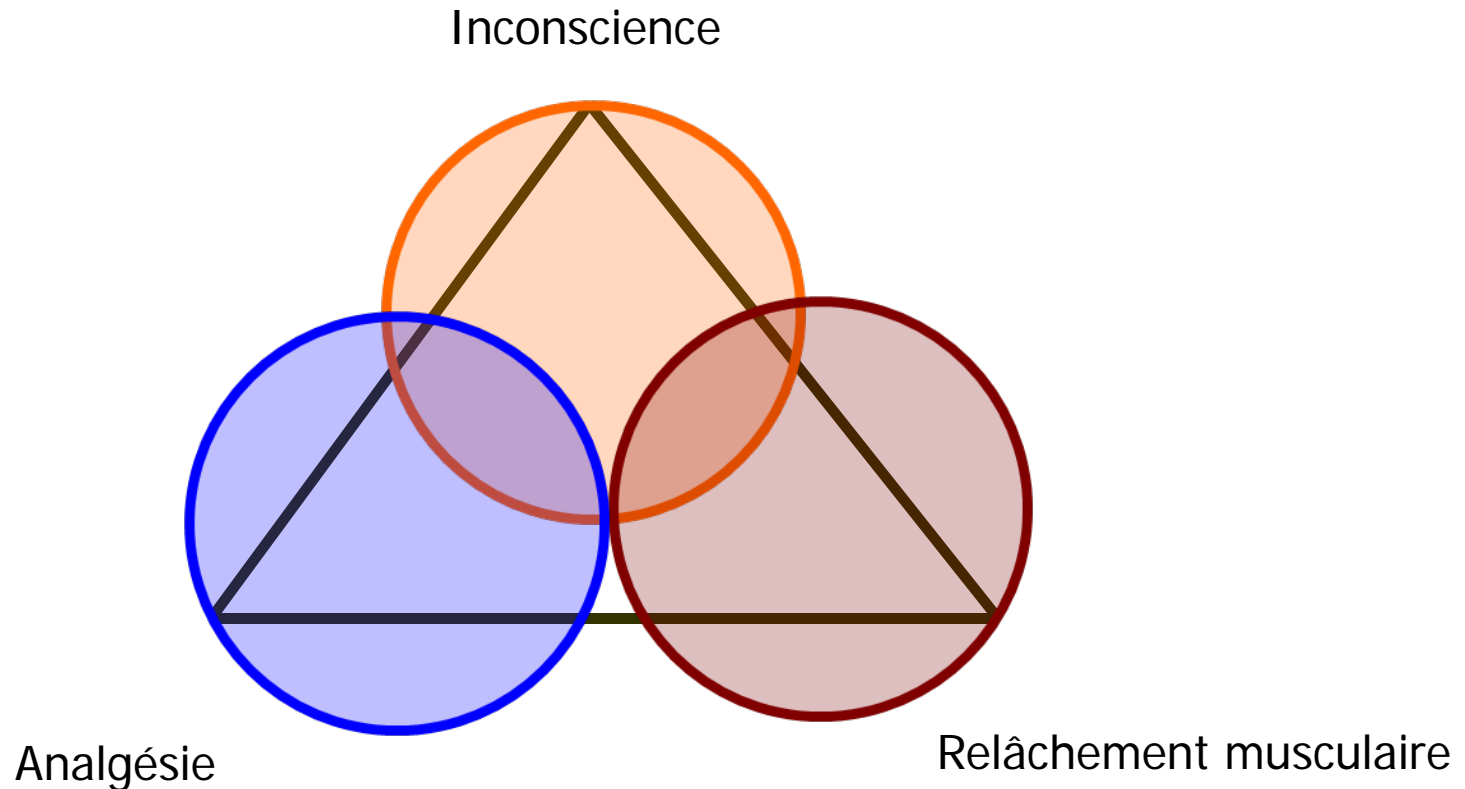


Plan

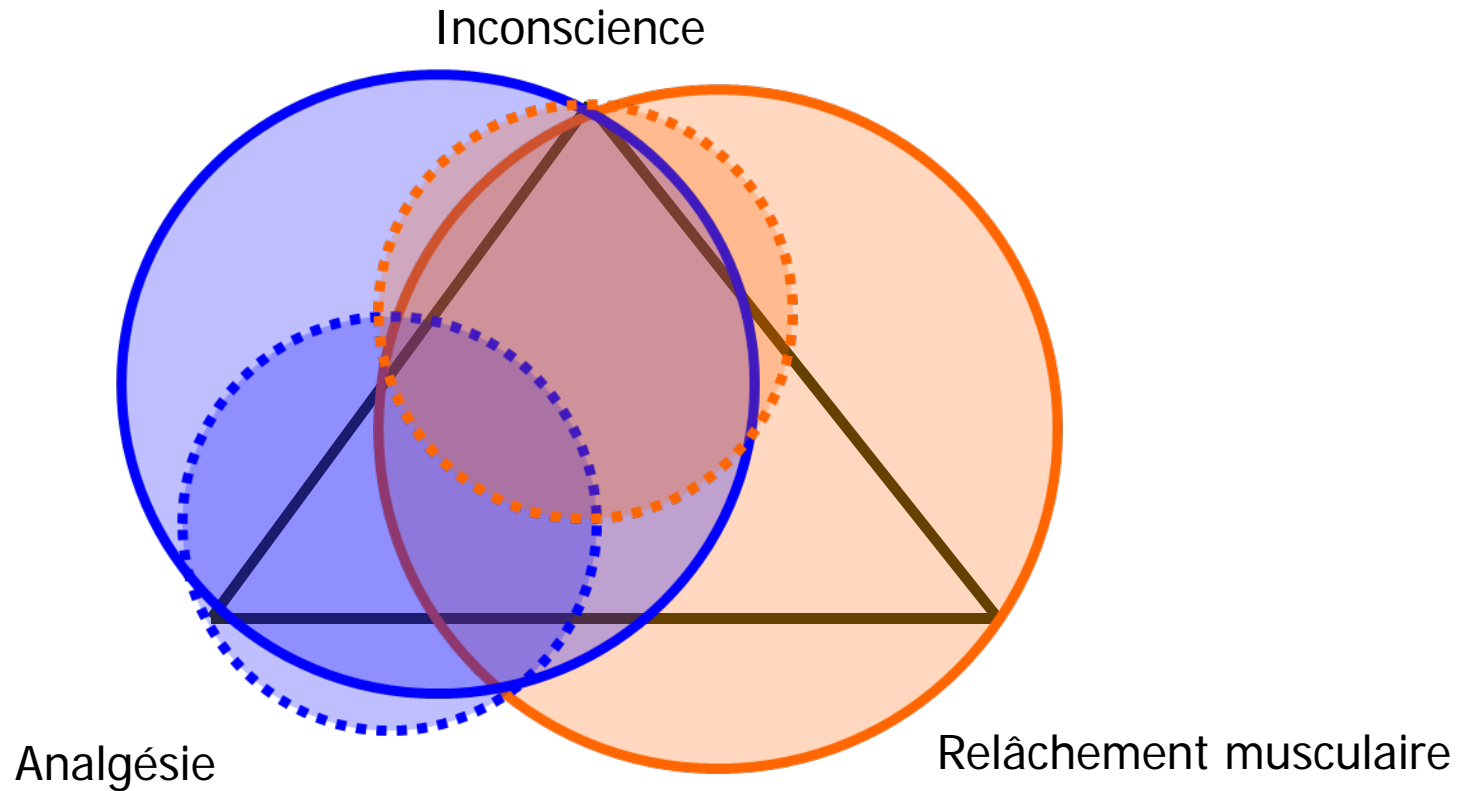
- **Pourquoi?**
- Stimulateurs
- Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- Caractéristiques du bloc dépolarisant
- Techniques de mesure
- Modes de stimulation
- Réponse des différents muscles
- Sites de stimulation
- Problèmes cliniques



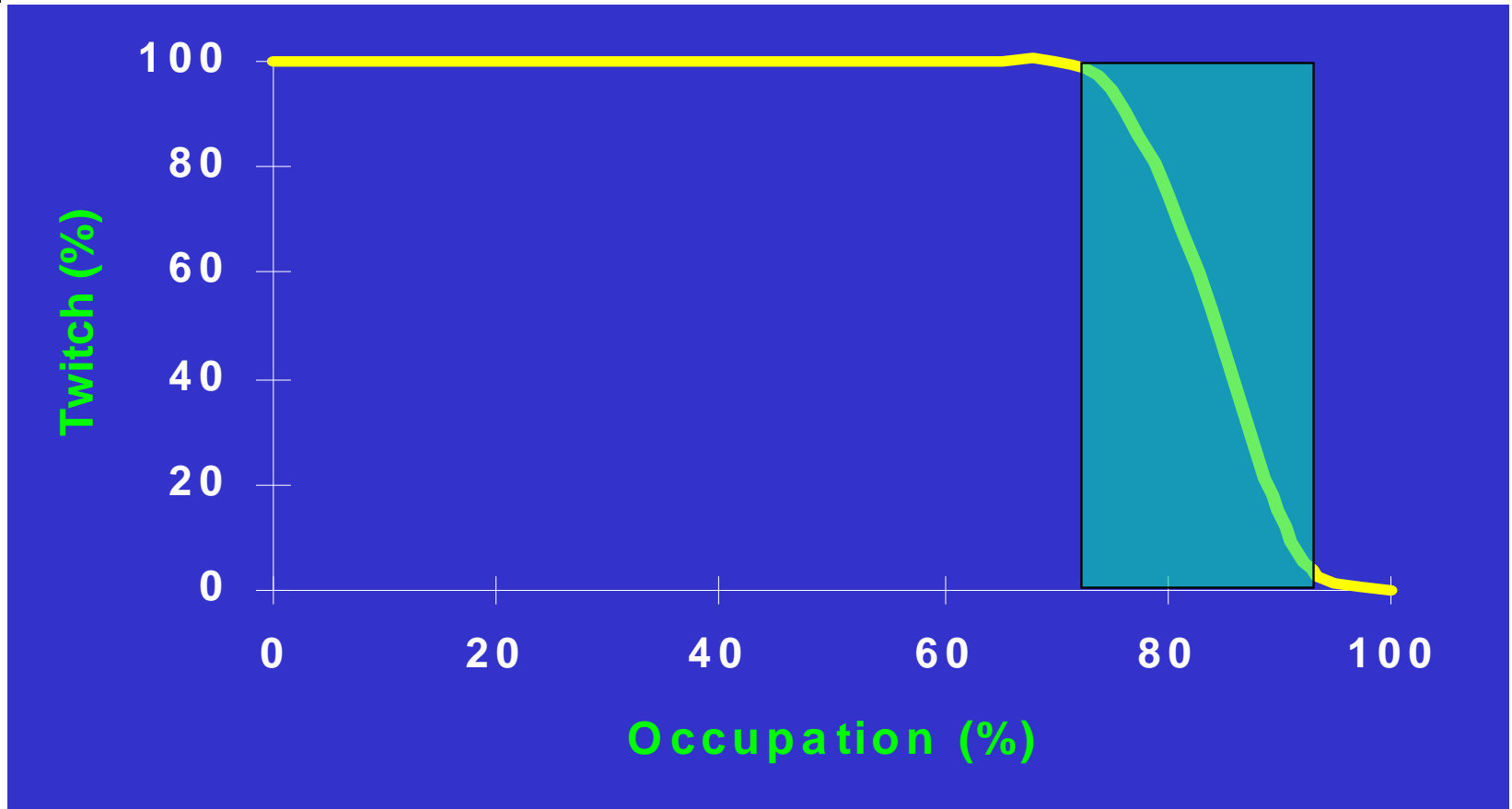
Composantes de l'anesthésie



Composantes de l'anesthésie



Occupation des récepteurs



Variabilité: un exemple

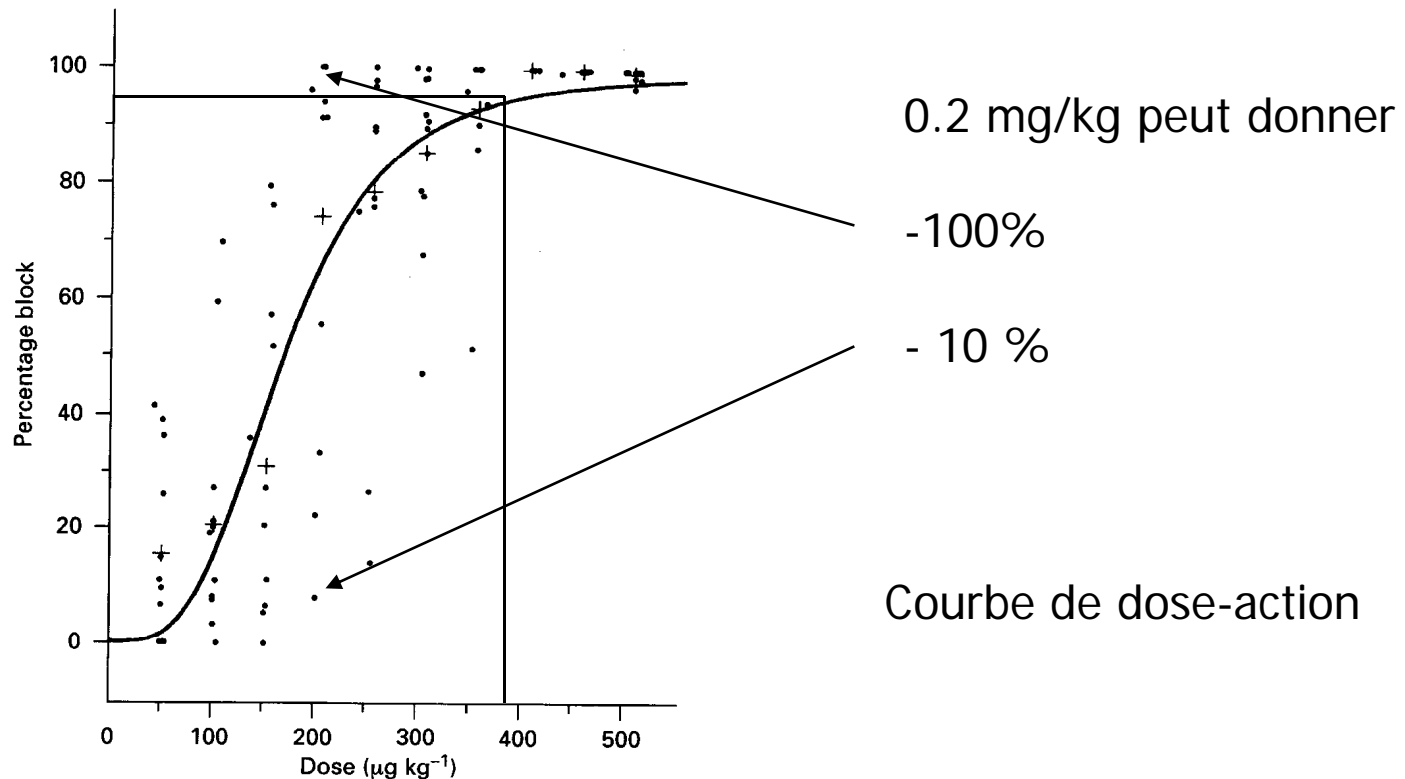
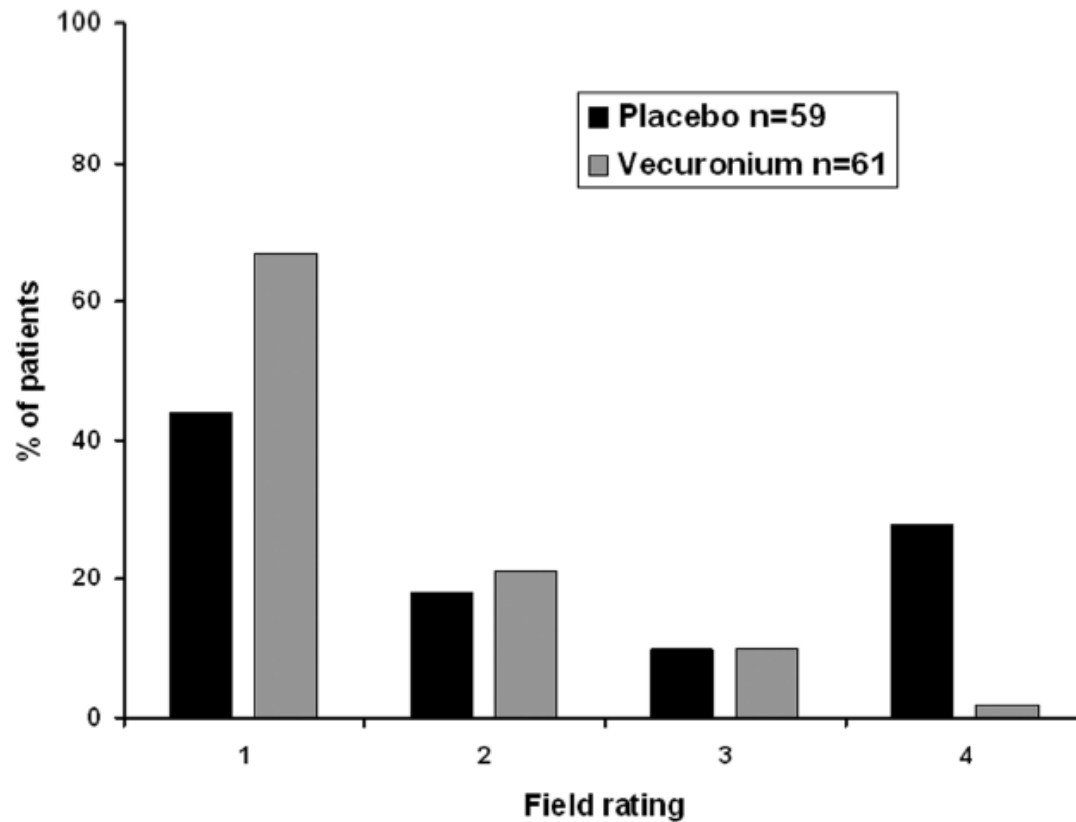


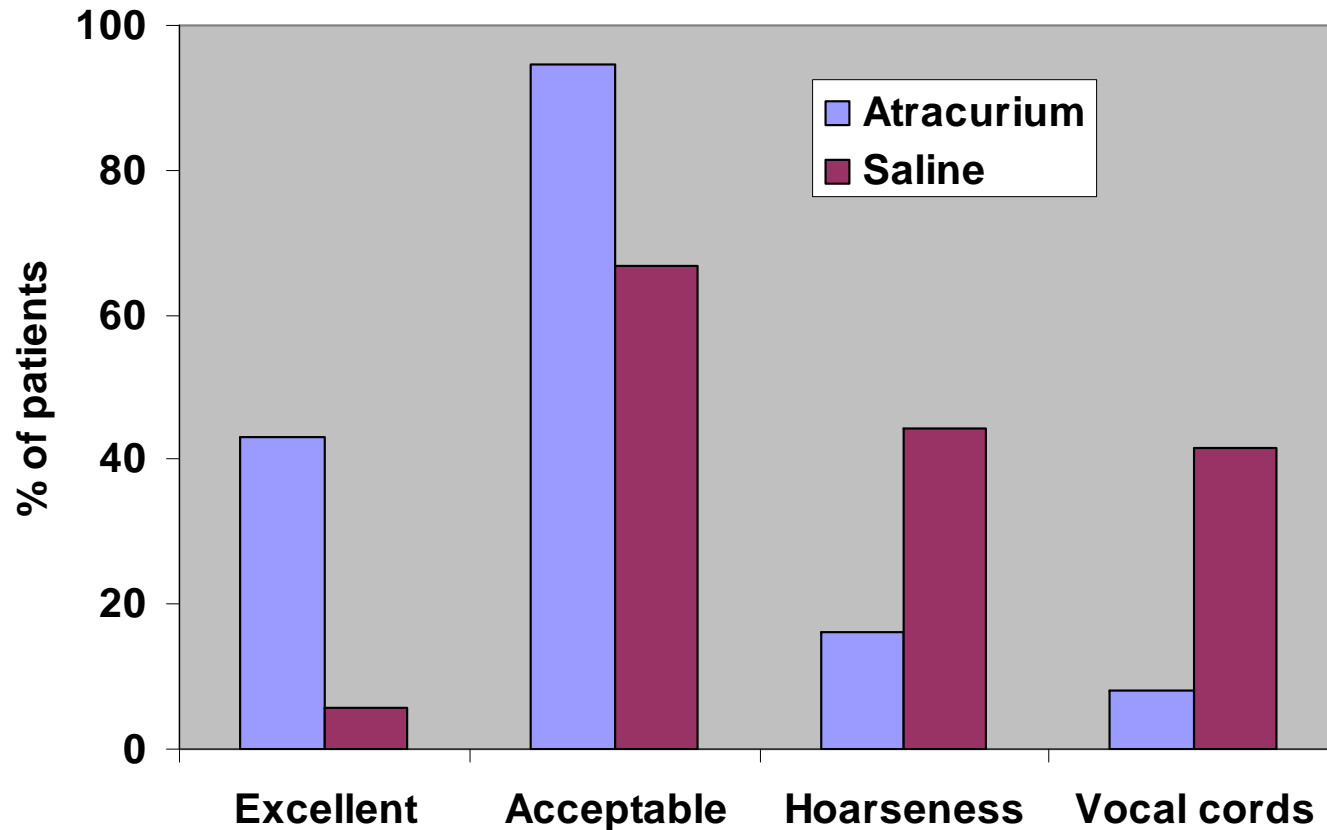
FIG. 1. Relationship between dose of suxamethonium and percentage block of the evoked isometric twitch response of adductor pollicis brevis calculated by non-linear least squares regression. (●) = Dose-response data of individual patients ($n = 120$); + = mean of the 10 dosage groups ($50\text{--}500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

Besoin de curare



King et al. Anesthesiology 2000; 93: 1392

La curarisation diminue les lésions aux cordes vocales

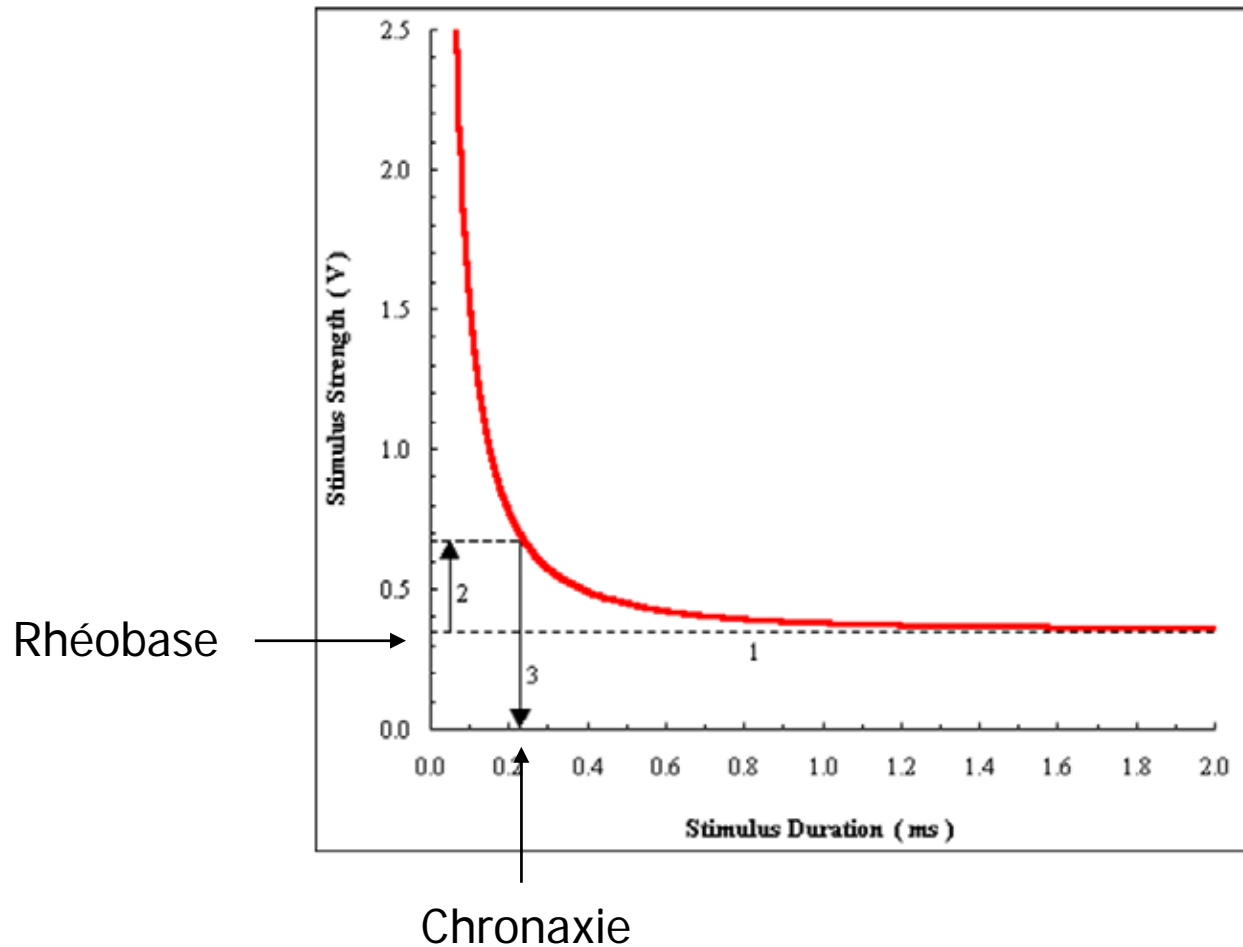


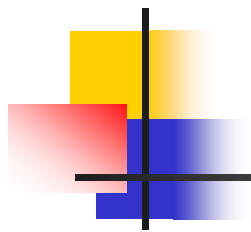


Plan

- 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



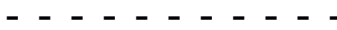
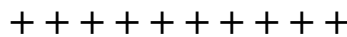


Peau

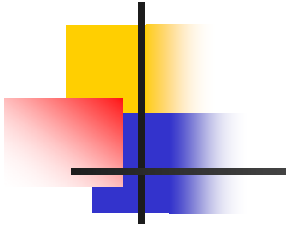
Nerf



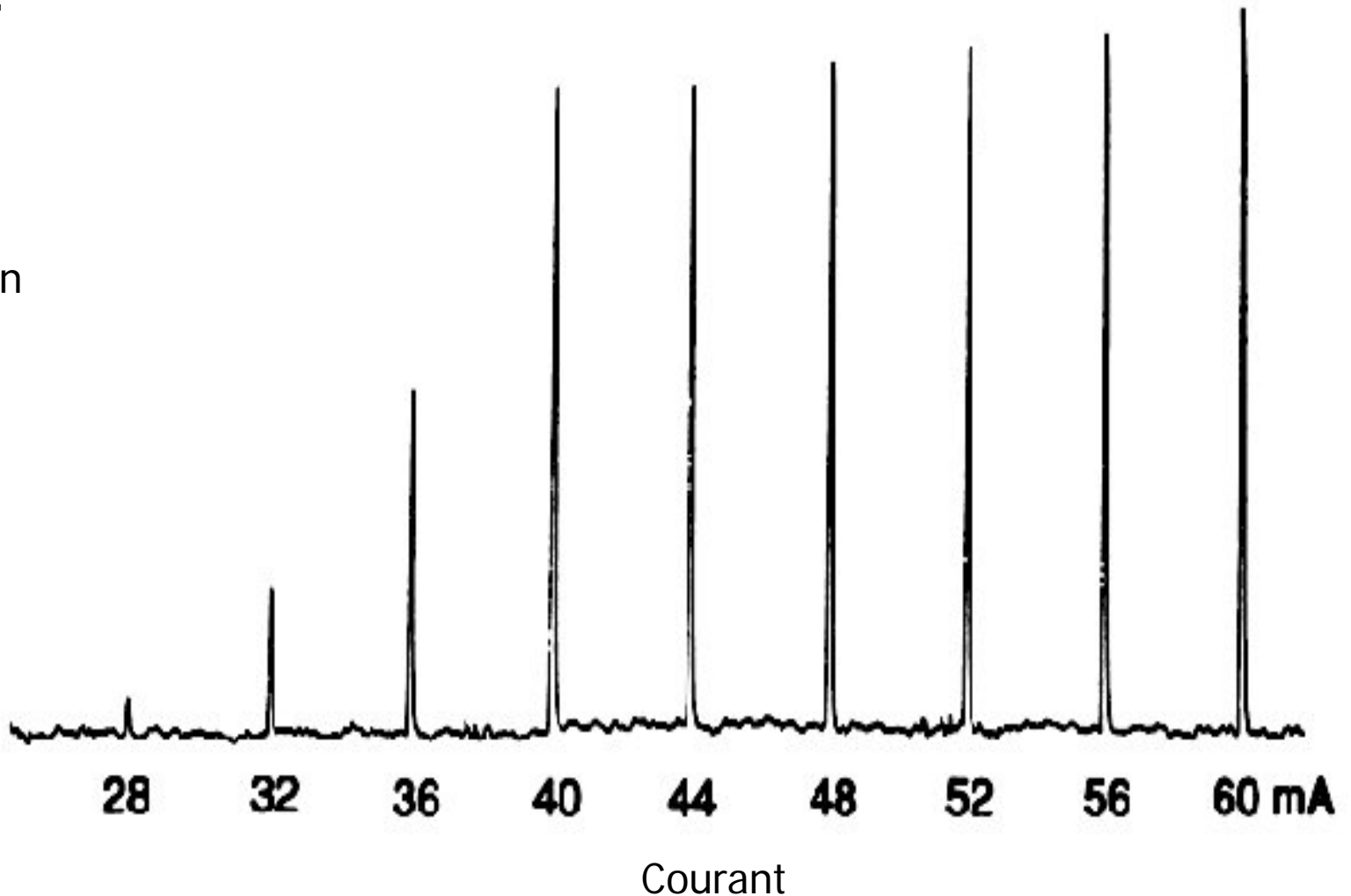
Électrode



Stimulation supra-maximale

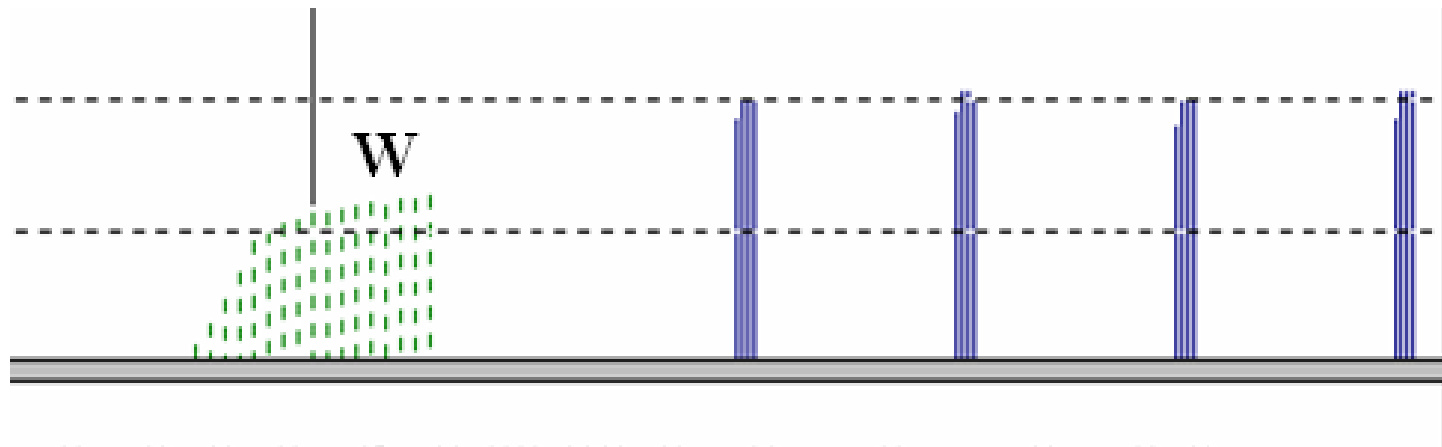


Force de
contraction

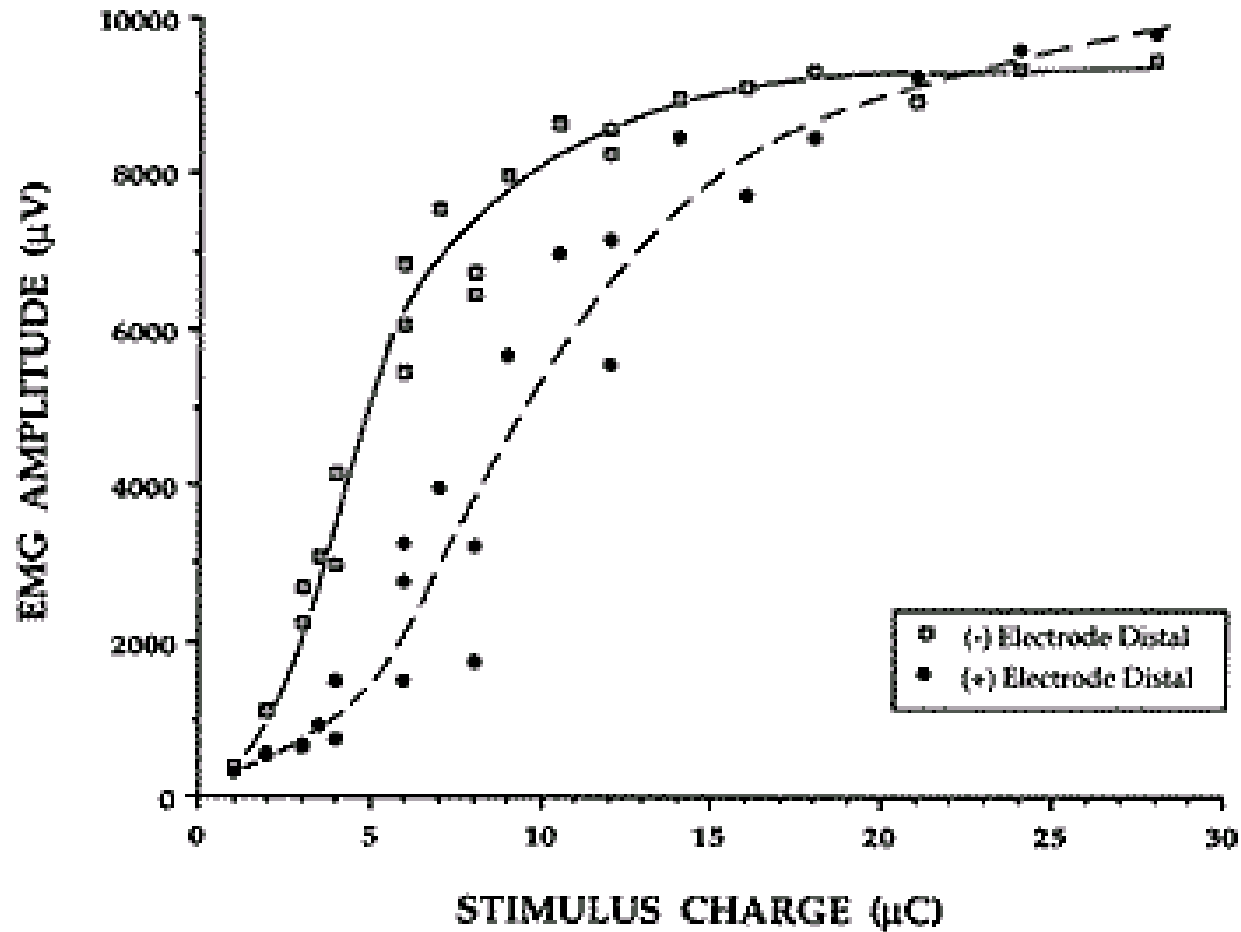




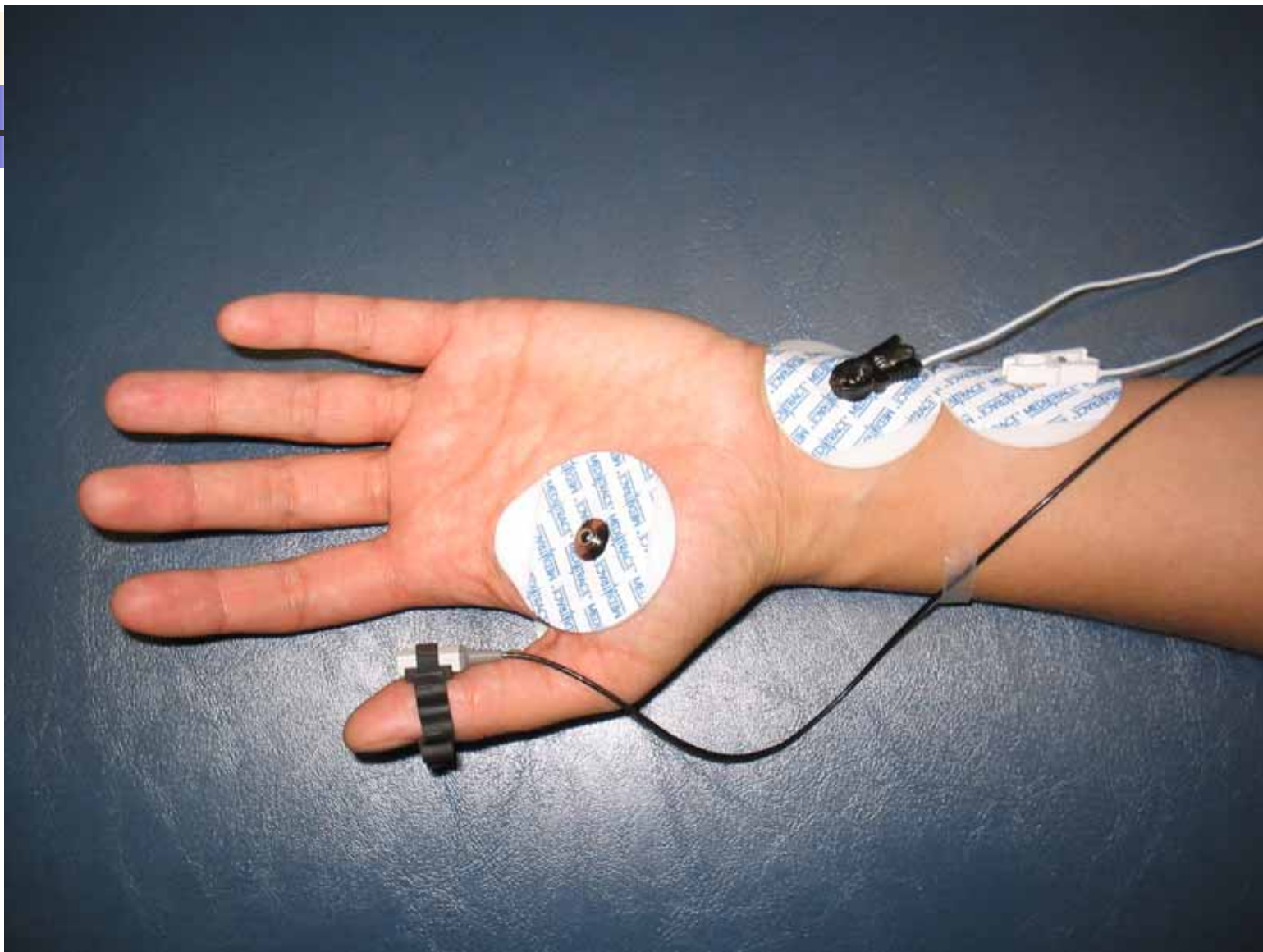
Calibration

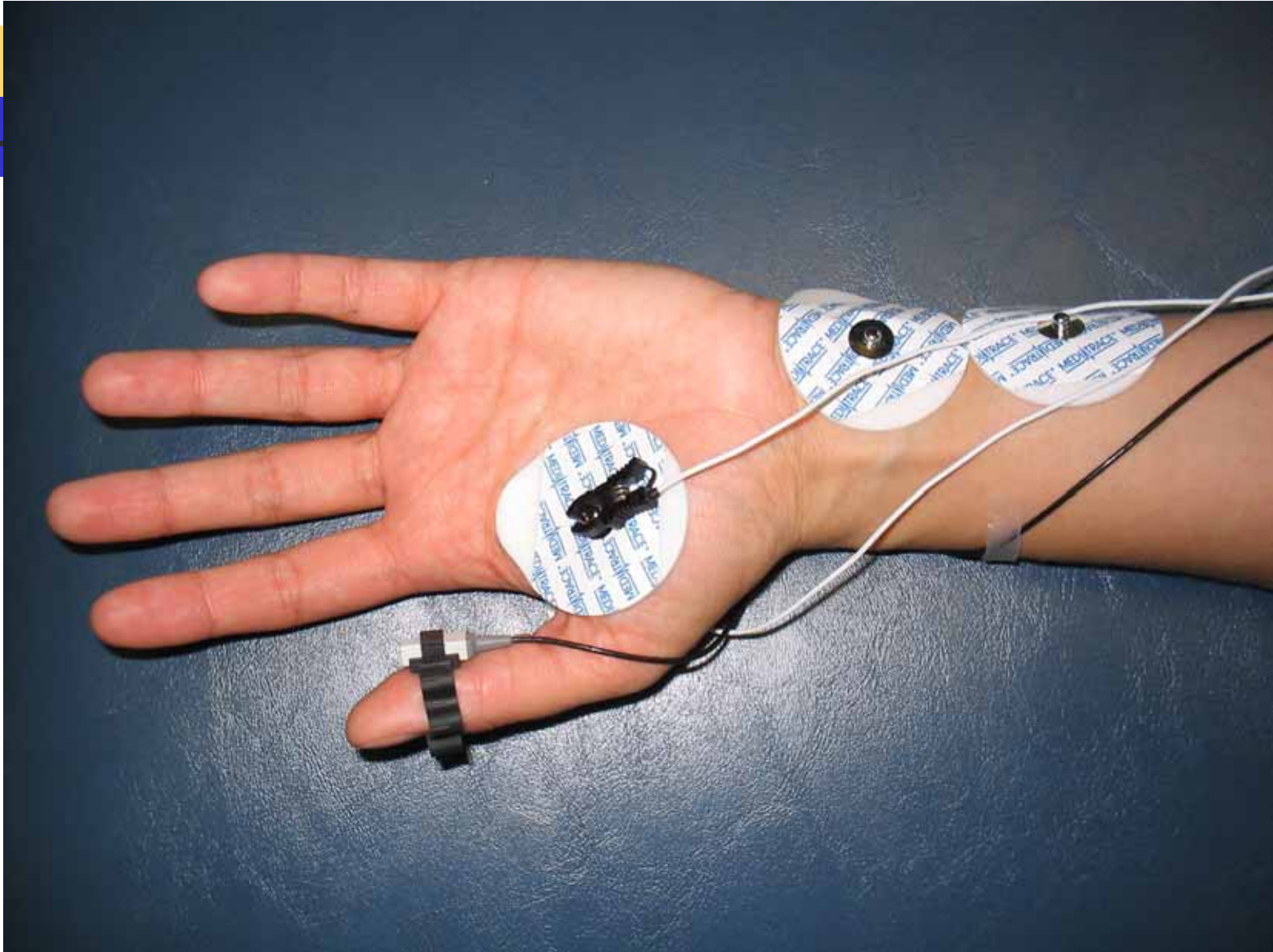


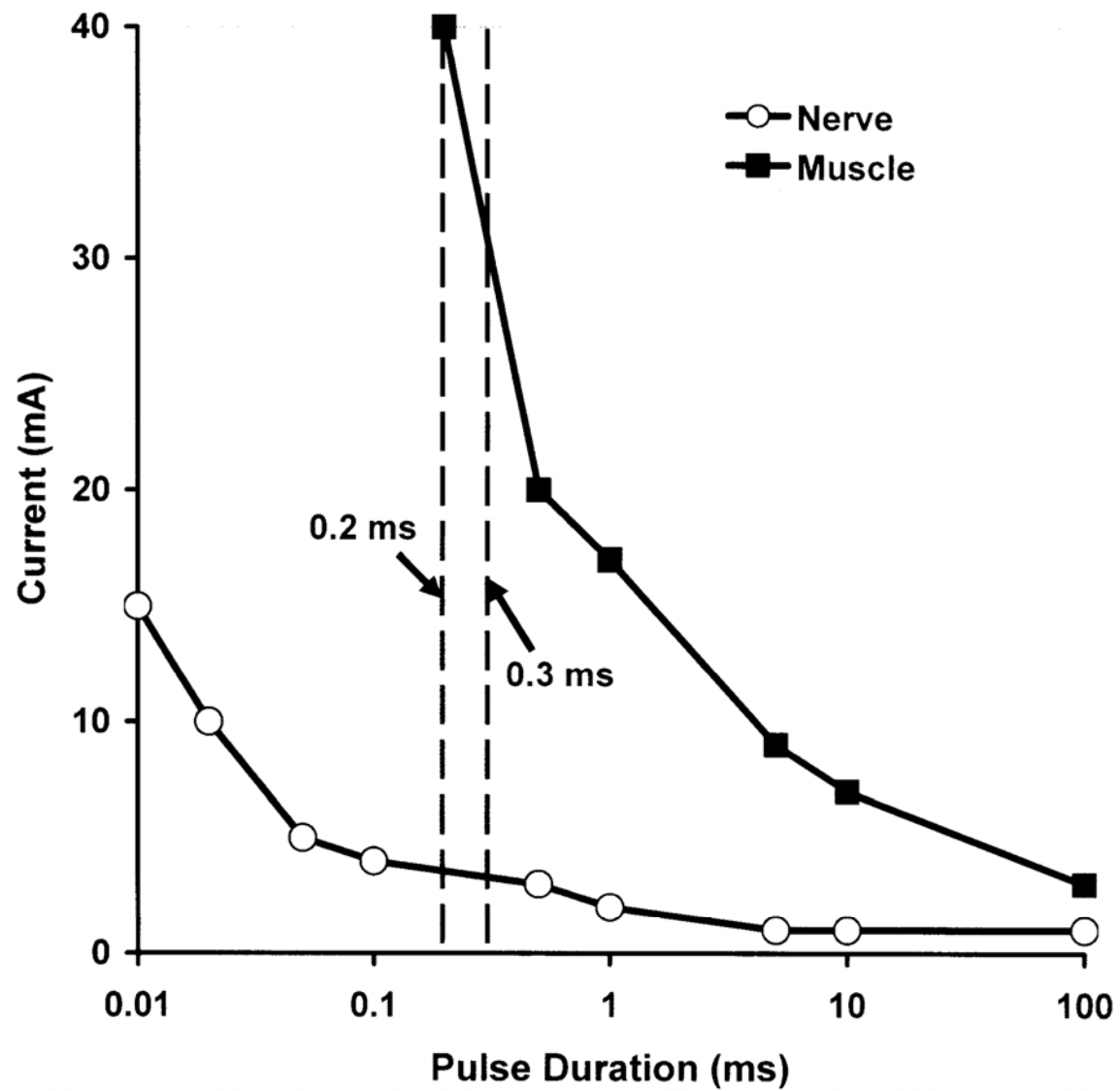
Polarité



Brull et al. Anesthesiology 1995; 83: 702









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

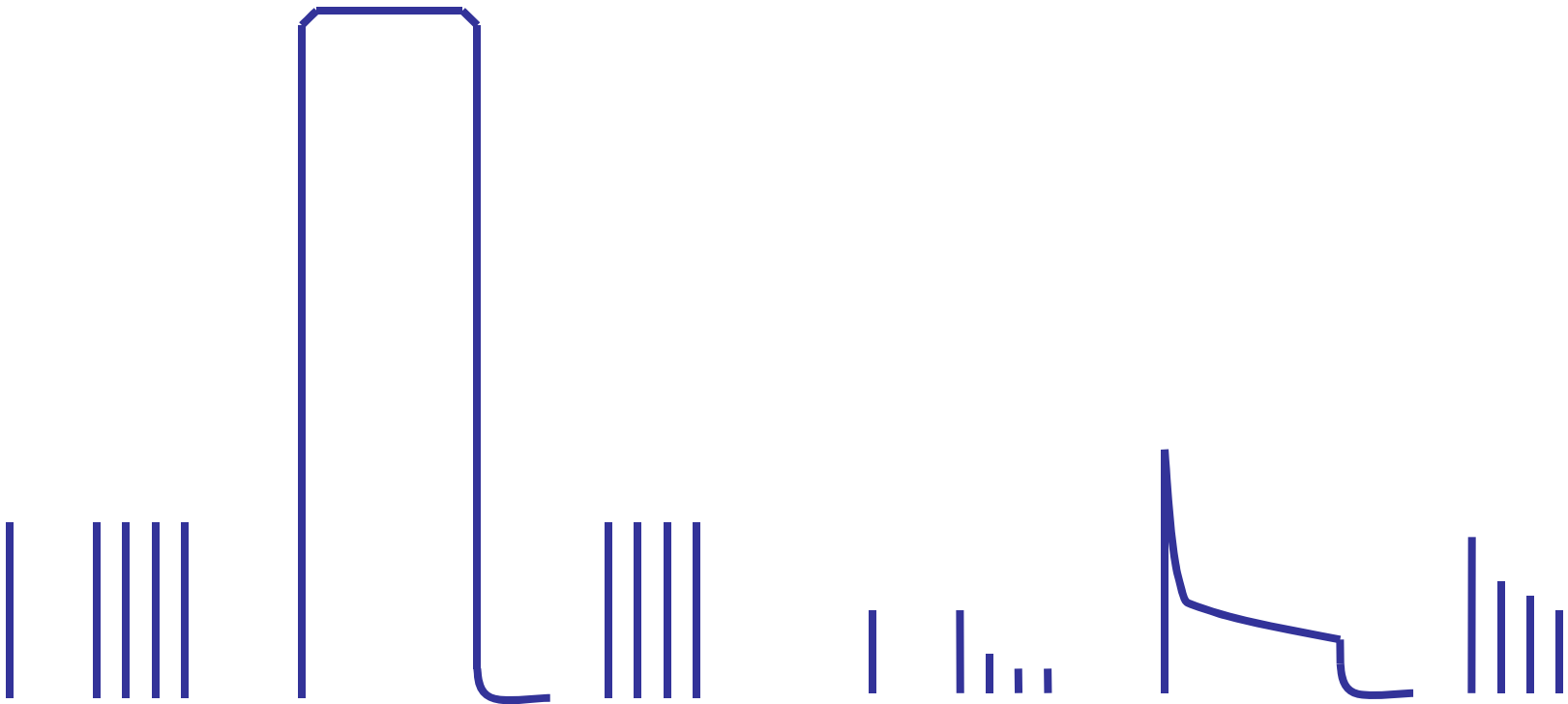
- Épuisement au train-de-quatre
- Épuisement à la stimulation tétanique
- Facilitation post-tétanique
- Antagonisme du bloc par les anti-cholinestérasiques



Bloc non-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



Caractéristiques du bloc dépolarisant

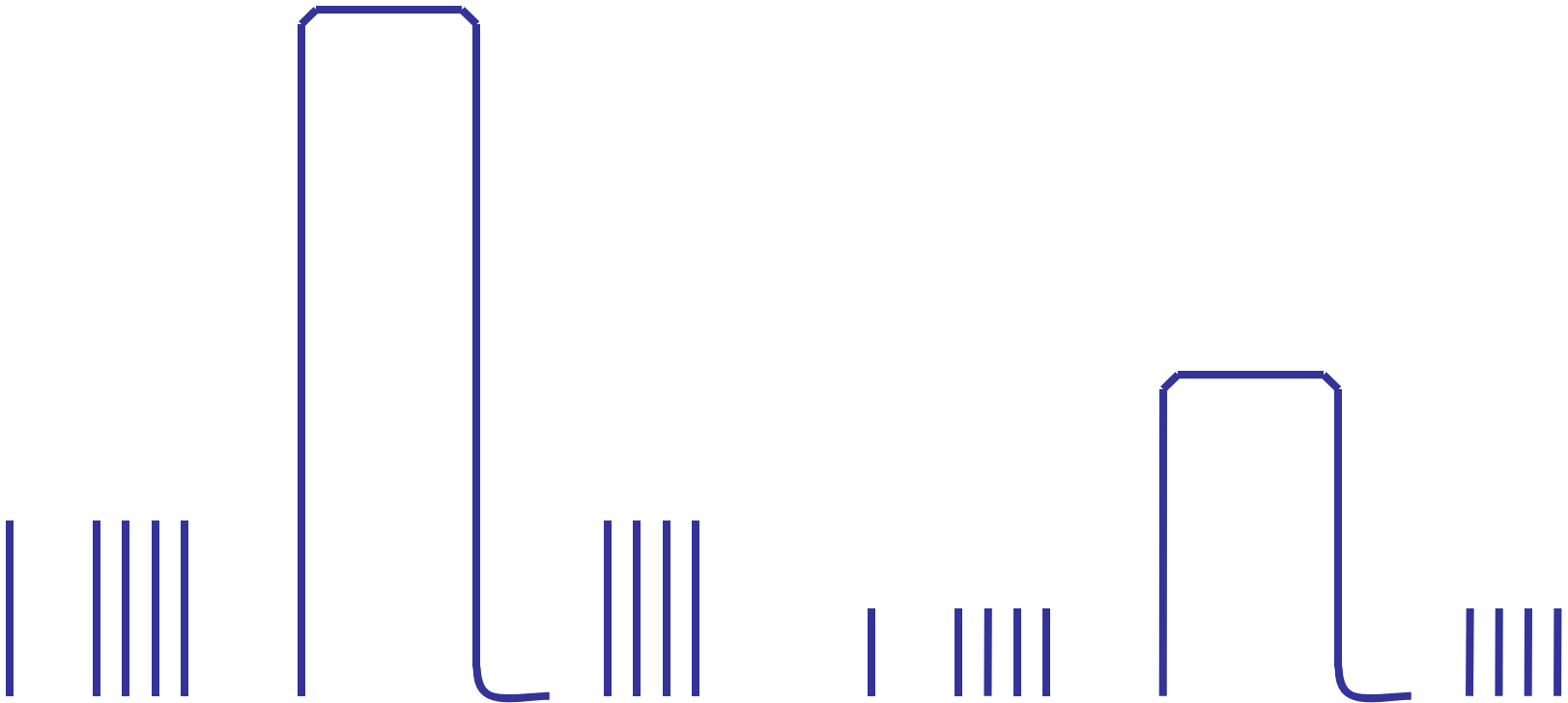
- Pas d'épuisement au train-de-quatre
- Pas d'épuisement à la stimulation tétanique
- Pas de facilitation post-tétanique
- Potentialisation par les anti-cholinestérasiques



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)
- Phonomyographie (PMG)

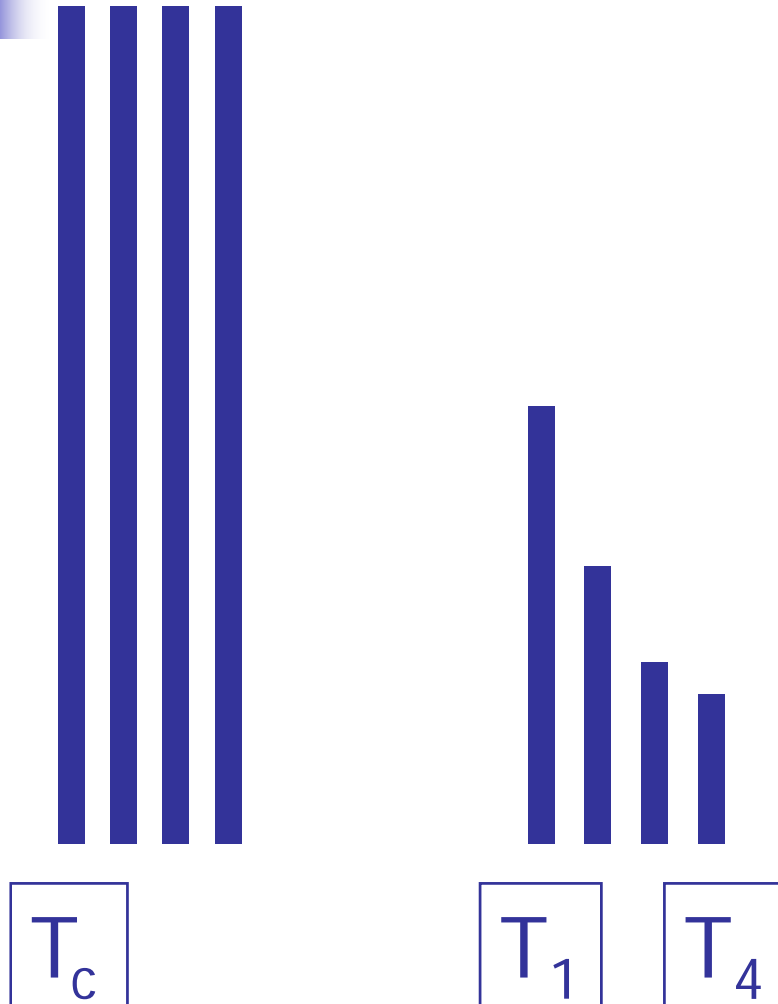


Évaluation tactile ou visuelle avec train-de-quatre

- 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)



Quelques définitions



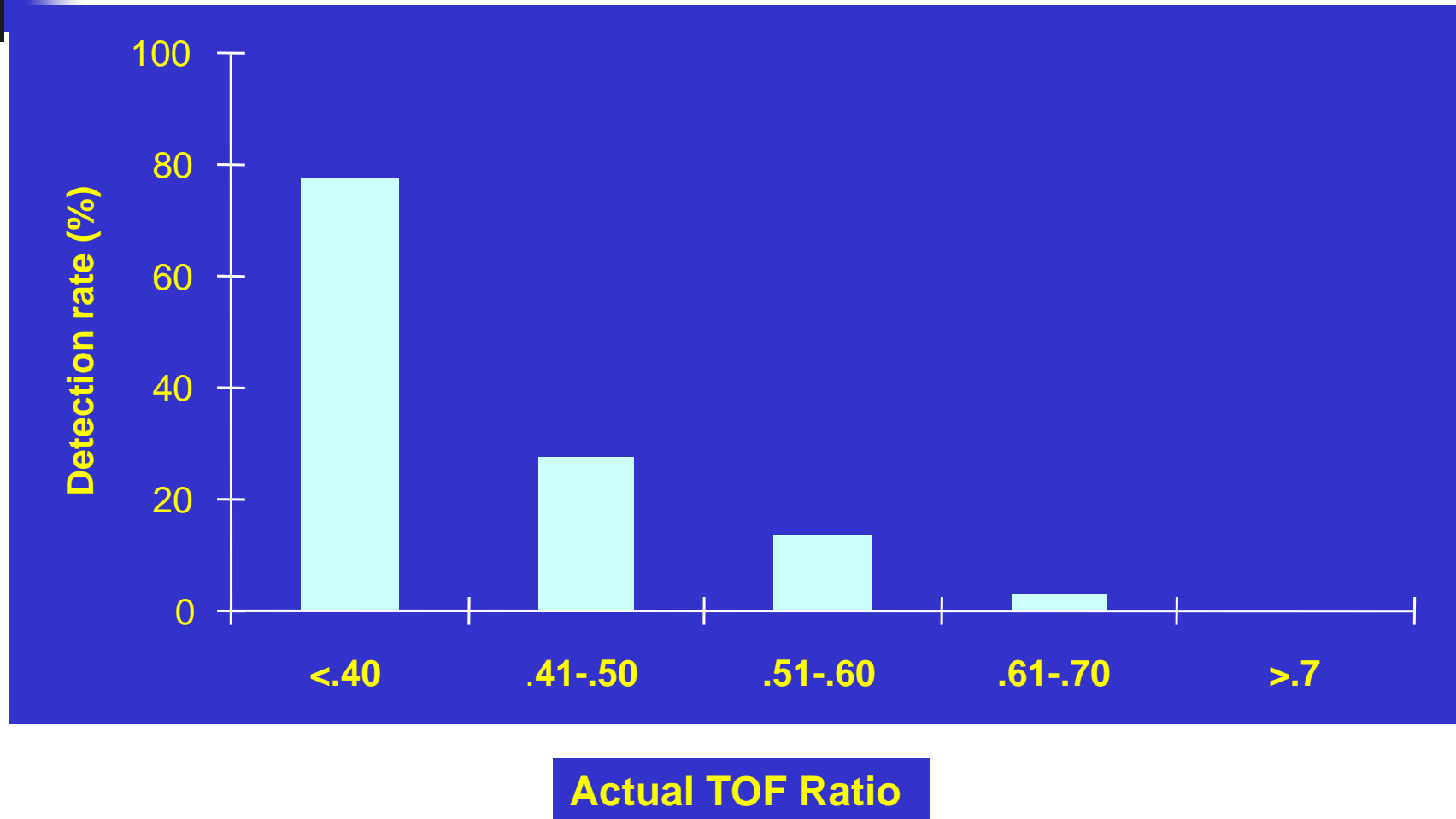
$$\begin{aligned} T_1/T_c &= 50\% \\ &= 0.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bloc} &= 50\% \\ &= 0.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_4/T_1 &= 0.2/0.5 \\ &= 0.4 \\ &= 40\% \end{aligned}$$

$$\text{TOF ratio} = T_4/T_1$$

Il est difficile de détecter un $T4/T1 > 0.4$



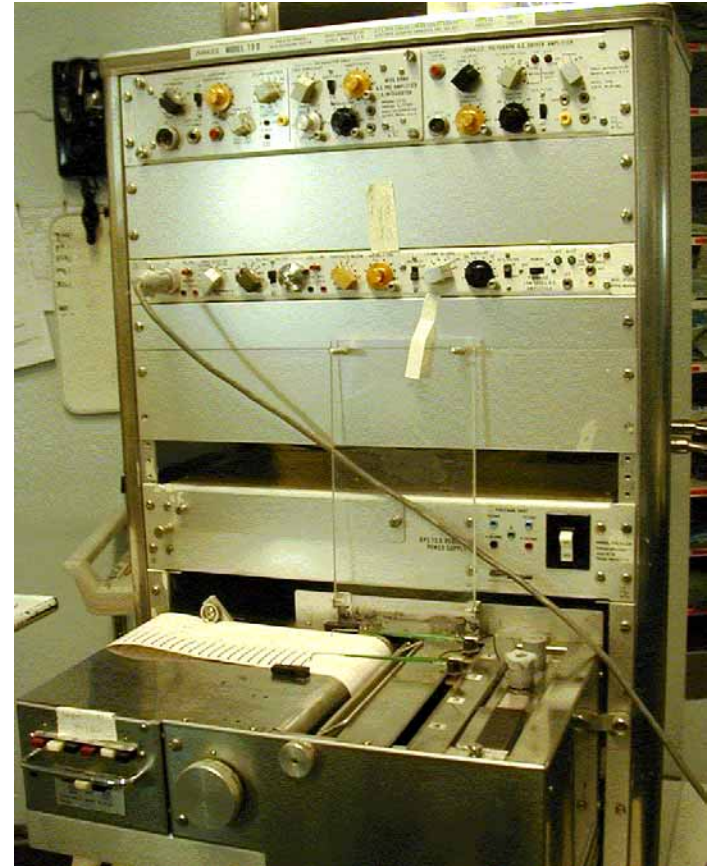
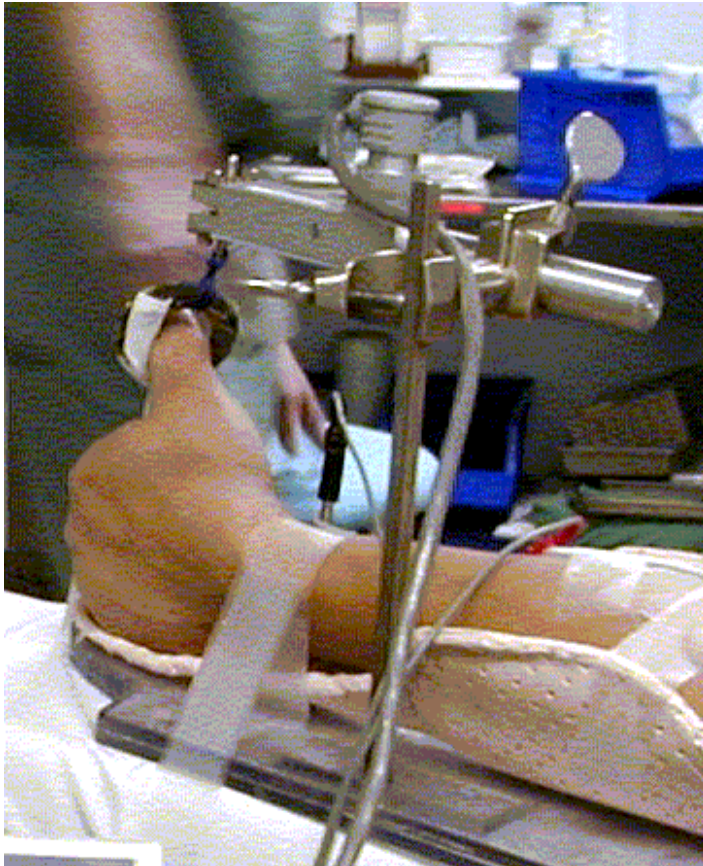
Drenk et al. Anesthesiology 1989; 70: 578-581



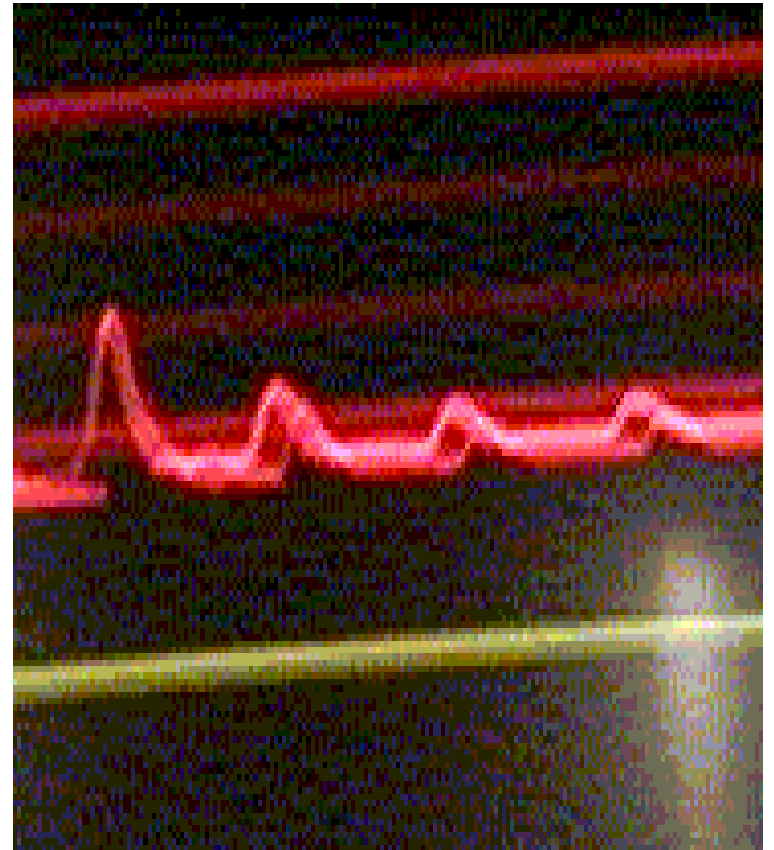
Techniques de mesure

- Visuelle et tactile
- **Force (MMG)**
- Électromyographie (EMG)
- Accélérométrie (AMG)
- Déplacement
- Phonomyographie (PMG)

Force (MMG)



Force (système-maison)

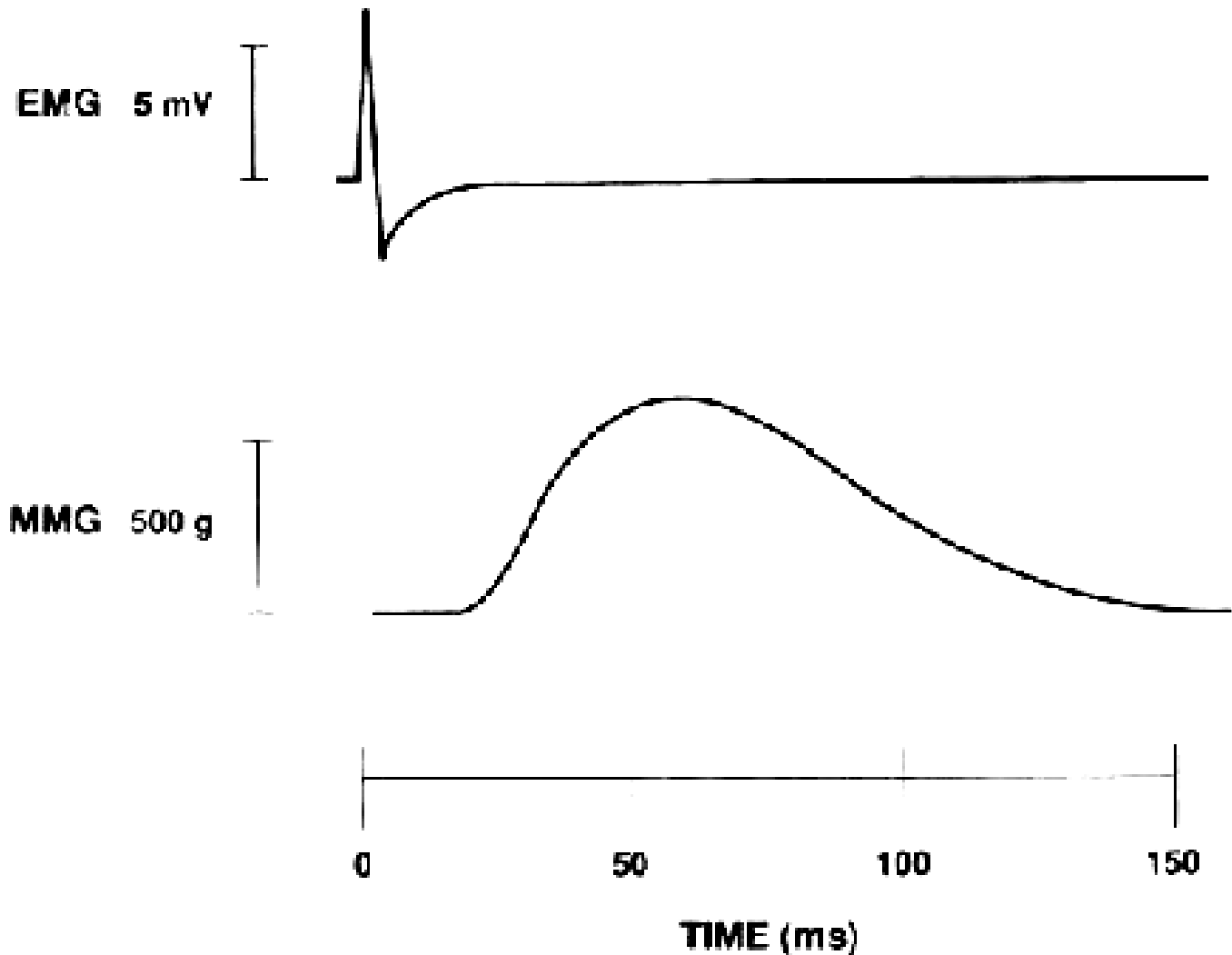




Techniques de mesure

- Visuelle et tactile
- Force (MMG)
- **Électromyographie (EMG)**
- Accélérométrie (AMG)
- Déplacement
- Phonomyographie (PMG)

Comparaison EMG - MMG



EMG





Techniques de mesure

- Visuelle et tactile
- Force (MMG)
- Électromyographie (EMG)
- **Accélérométrie (AMG)**
- Déplacement
- Phonomyographie (PMG)



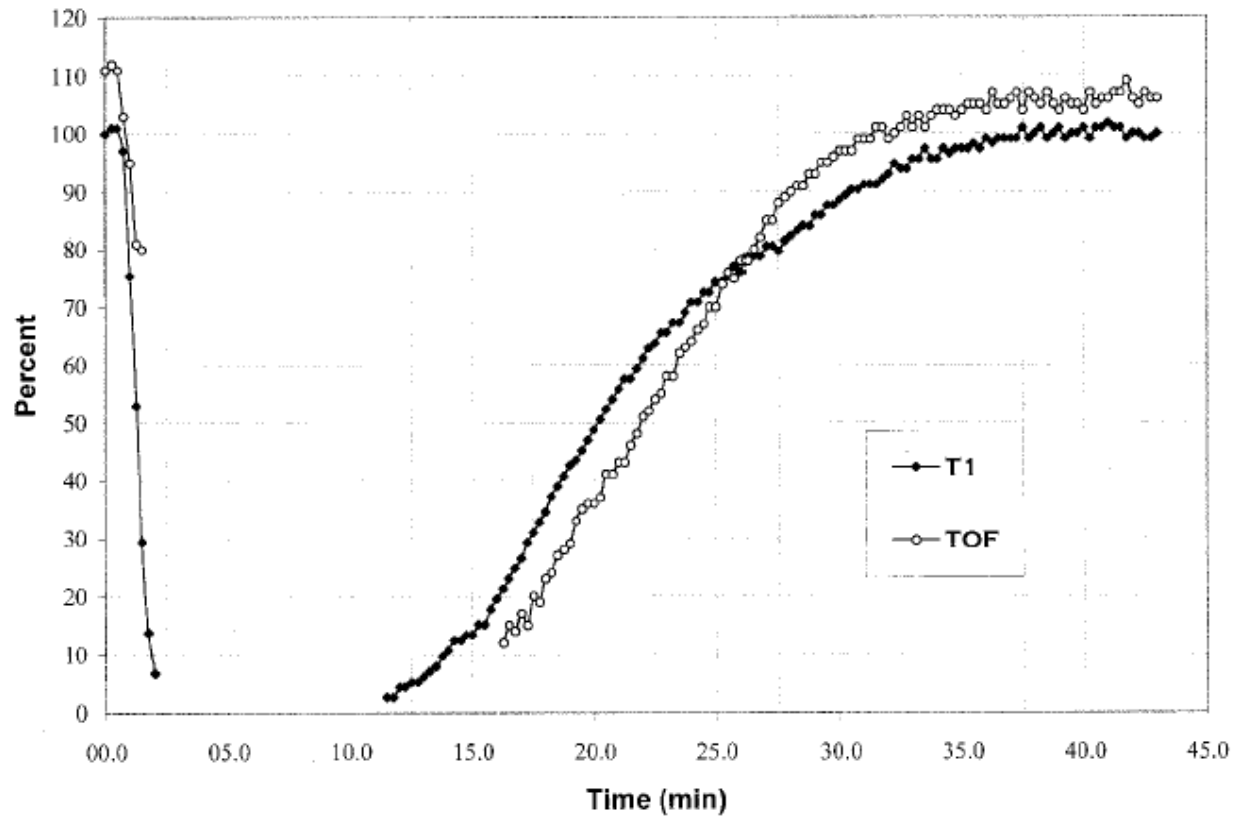
Accéléromyographie

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

AMG



AMG – Évolution de la curarisation



Kopman et al. Anesthesiology 2002; 96: 583

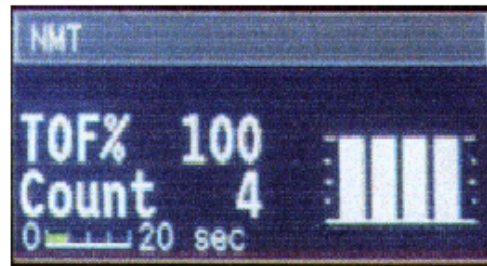


Techniques de mesure

- Visuelle et tactile
- Force (MMG)
- Électromyographie (EMG)
- Accélérométrie (AMG)
- **Déplacement**
- Phonomyographie (PMG)

Déplacement

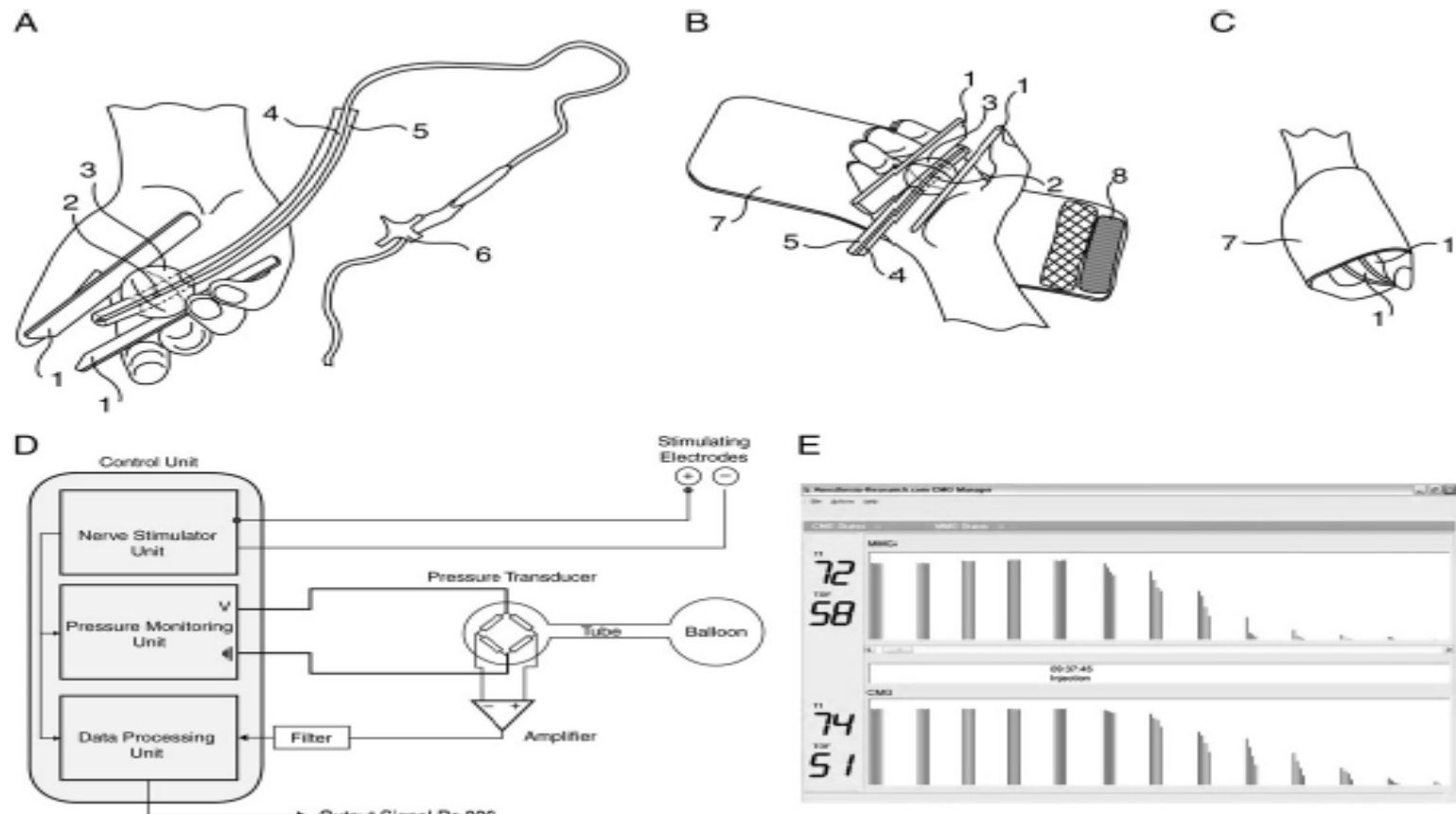




If the sensor only sees 2 twitches in response to a train of four, there will be no percentage given.



Compression

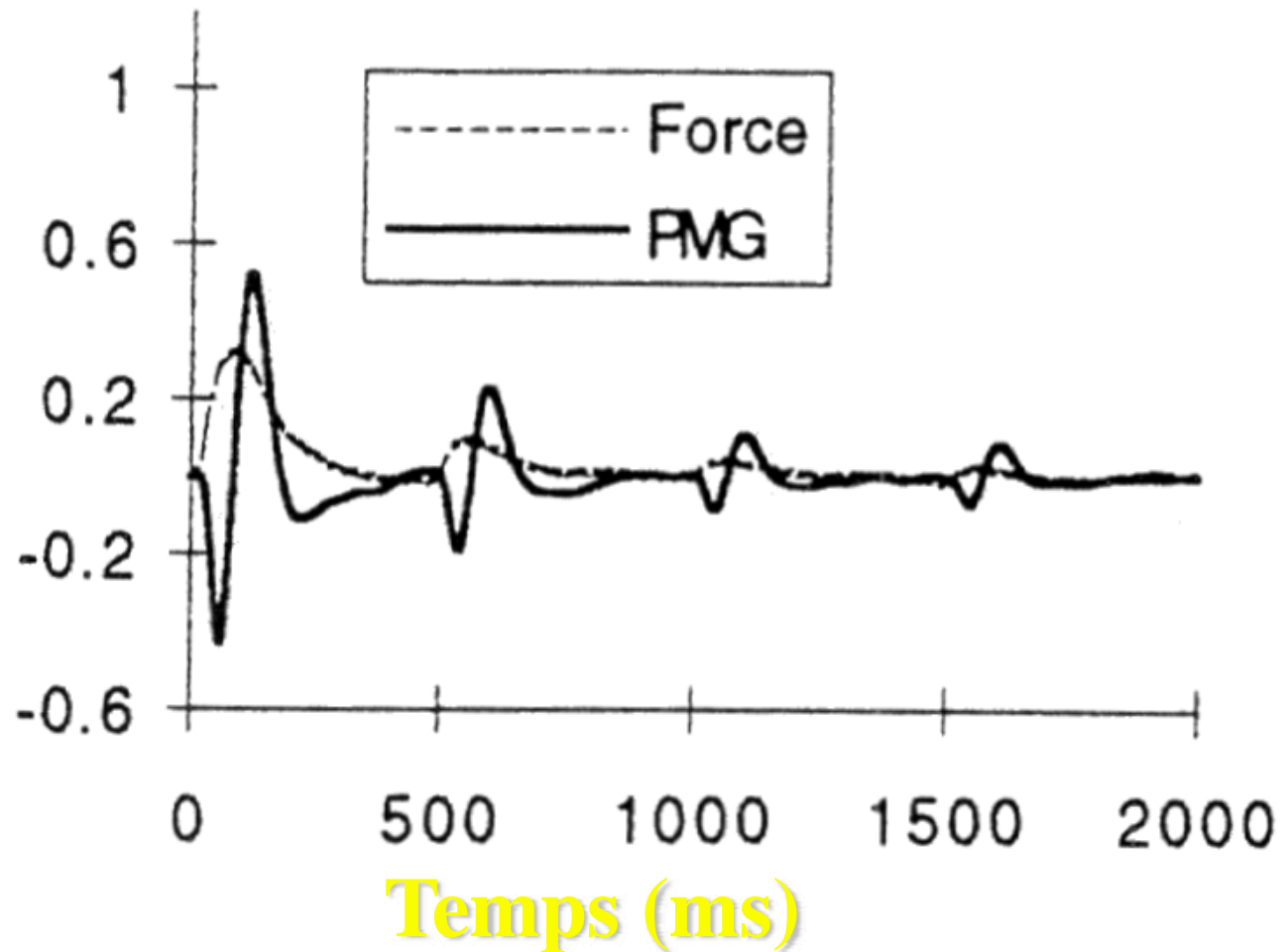




Techniques de mesure

- Visuelle et tactile
- Force (MMG)
- Électromyographie (EMG)
- Accélérométrie (AMG)
- Déplacement
- **Phonomyographie (PMG)**

Phonomyographie: exemple



Phonomyographie

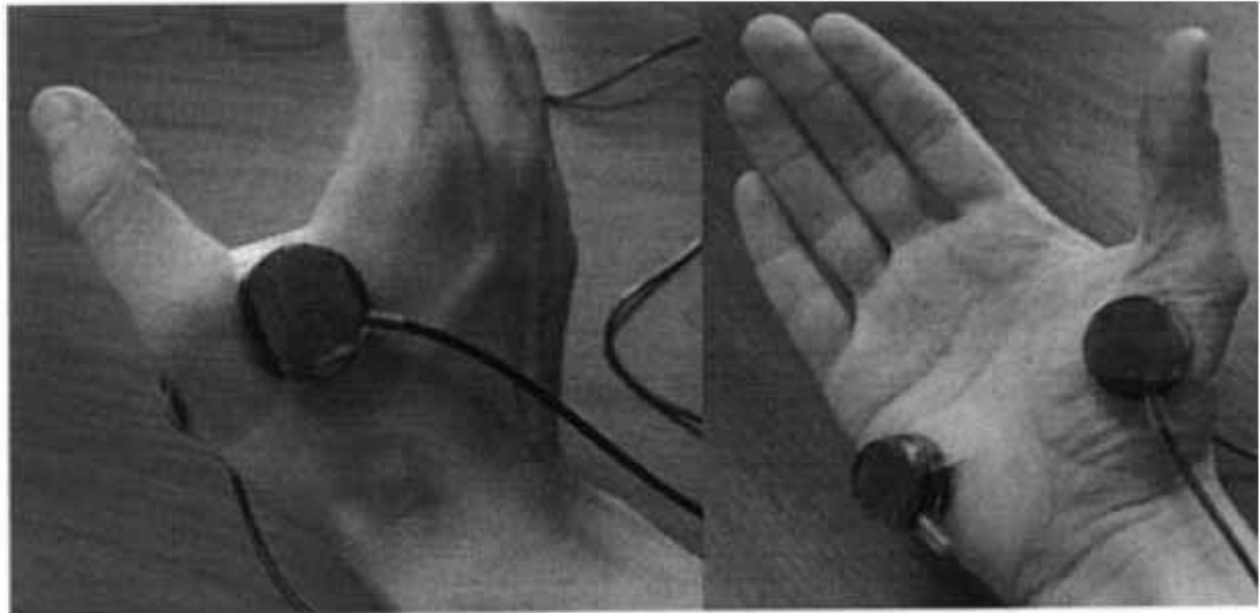


FIGURE 2 Positioning of the three microphones to monitor neuromuscular blockade of the first dorsal interosseus muscle (left), the adductor pollicis (right, thenar eminence), and the three hypothenar muscles (right, hypothenar eminence).

Plan

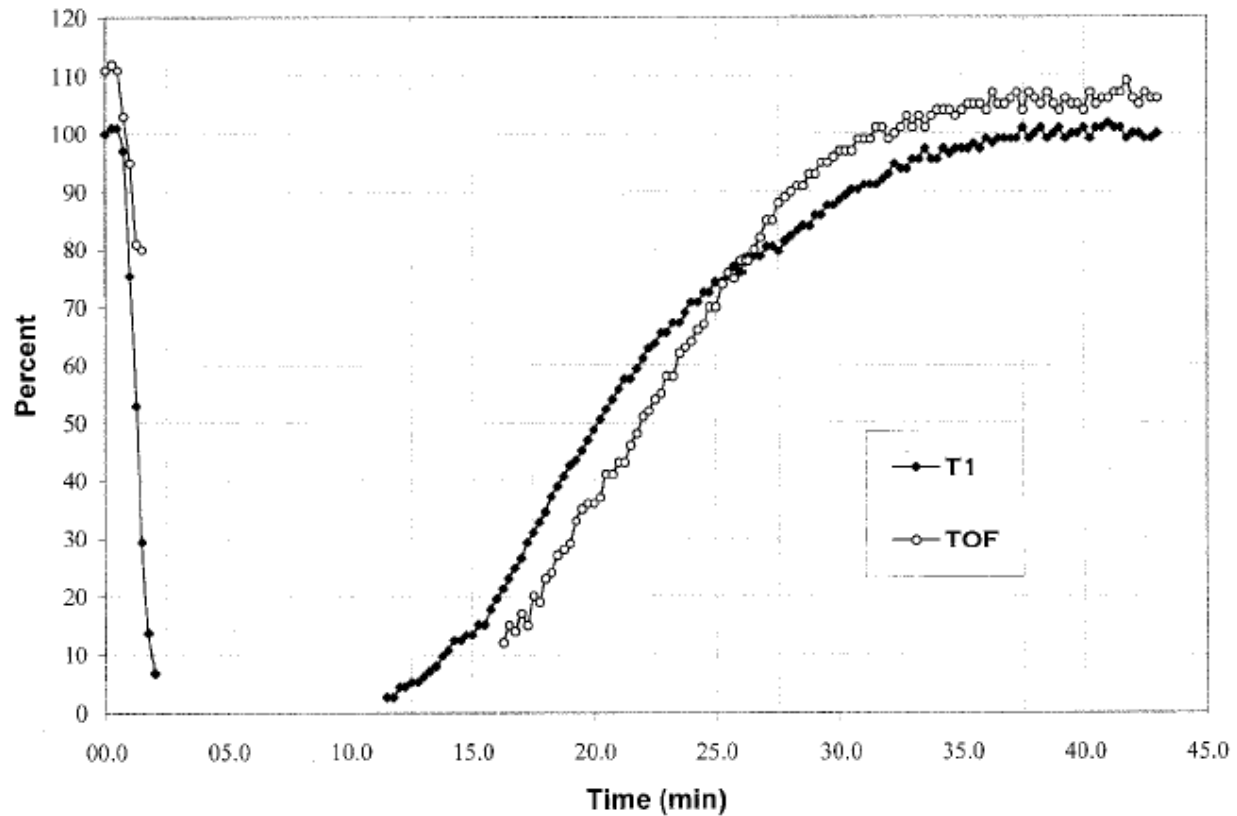


Pourquoi?

■ 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

AMG – Évolution de la curarisation



Kopman et al. Anesthesiology 2002; 96: 583



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

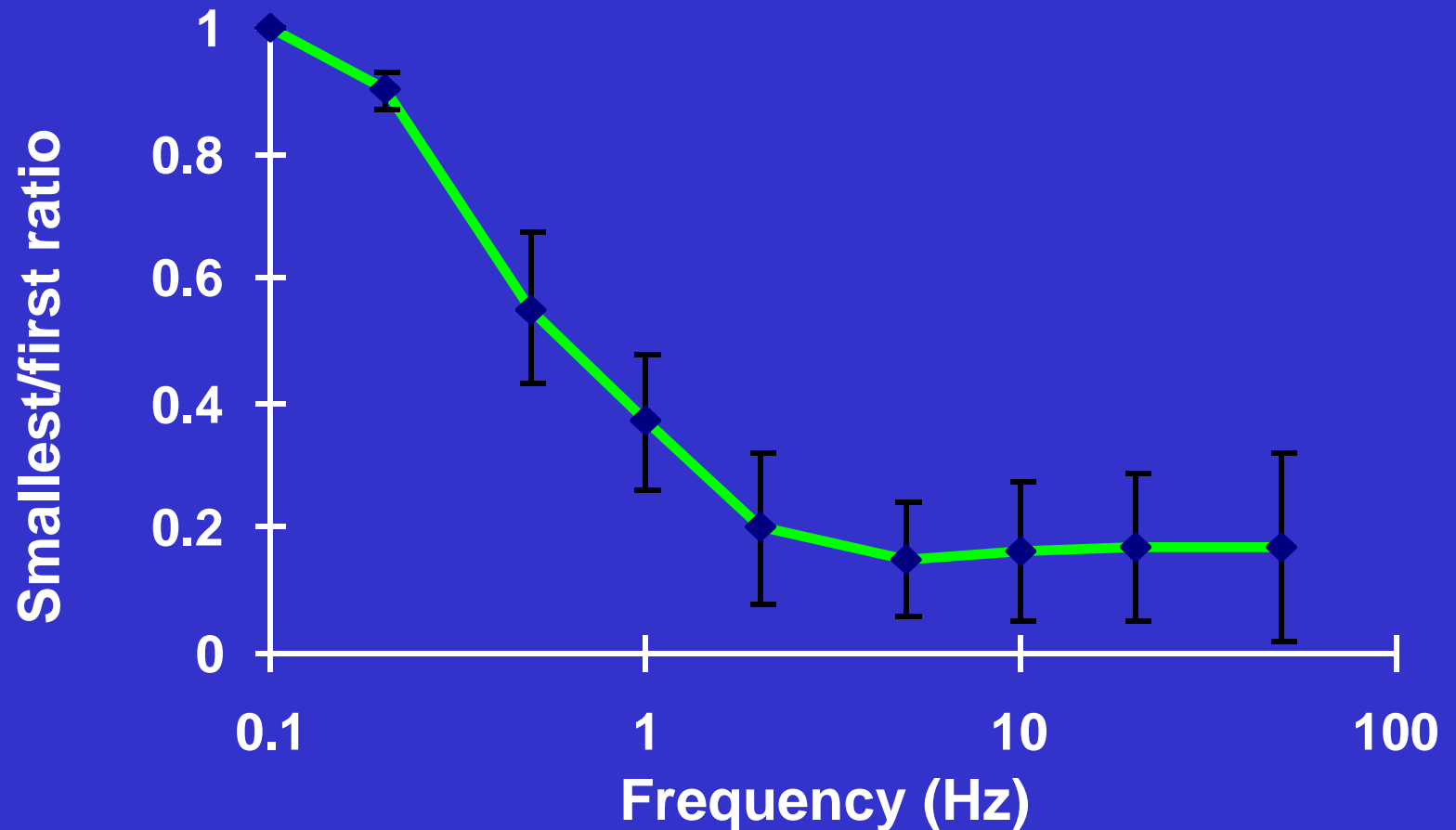
- Twitch unique
- **Train-de-quatre**
- Double-burst stimulation (DBS)
- Stimulation tétanique
- Post-tetanic count



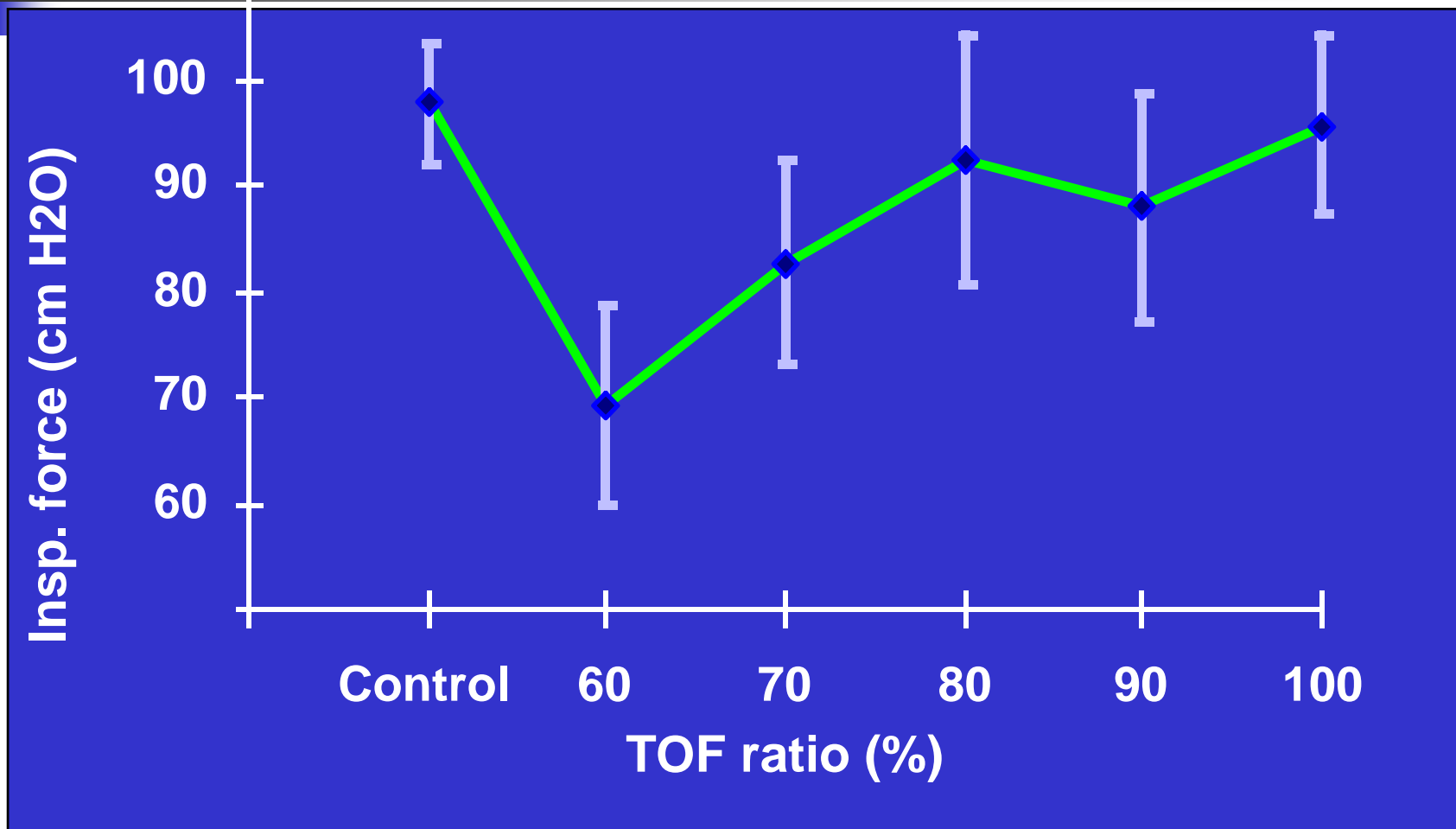
Avantages du train-de-quatre

- 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

Pourquoi 2 Hz?

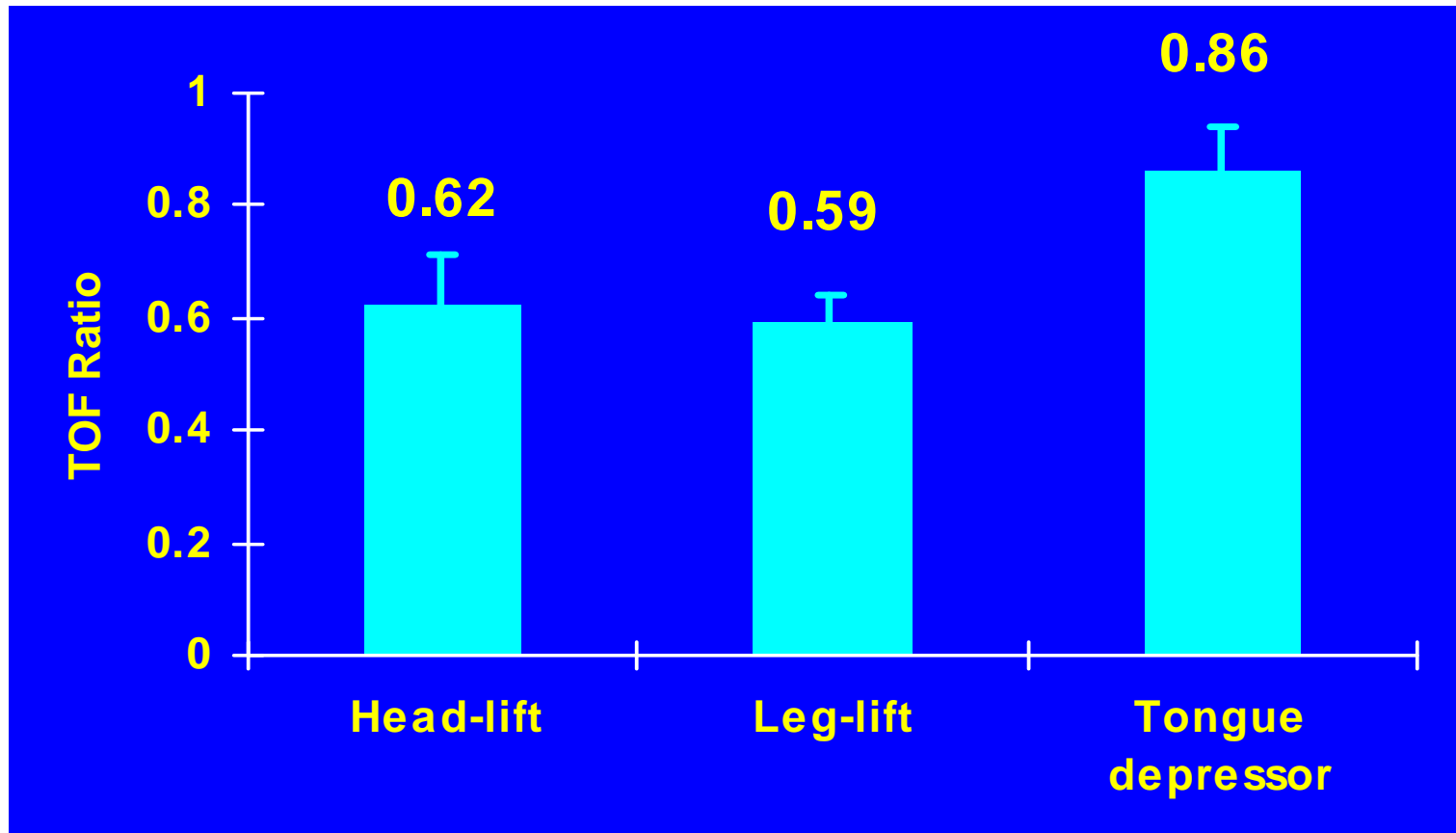


Le seuil traditionnel de 0.7



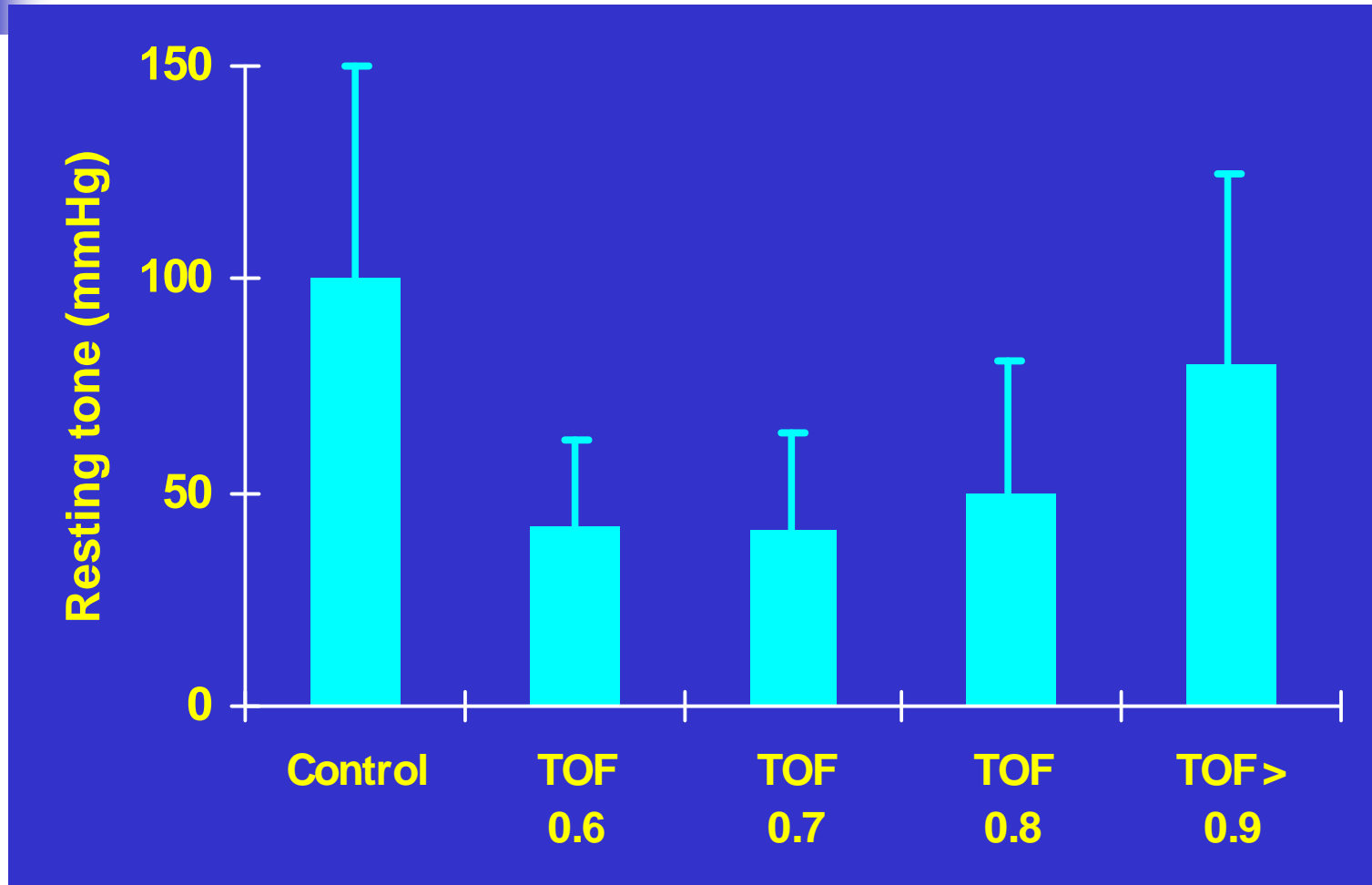
After Ali HH et al. Br J Anaesth 1975; 47: 570-4

Tests de récupération



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

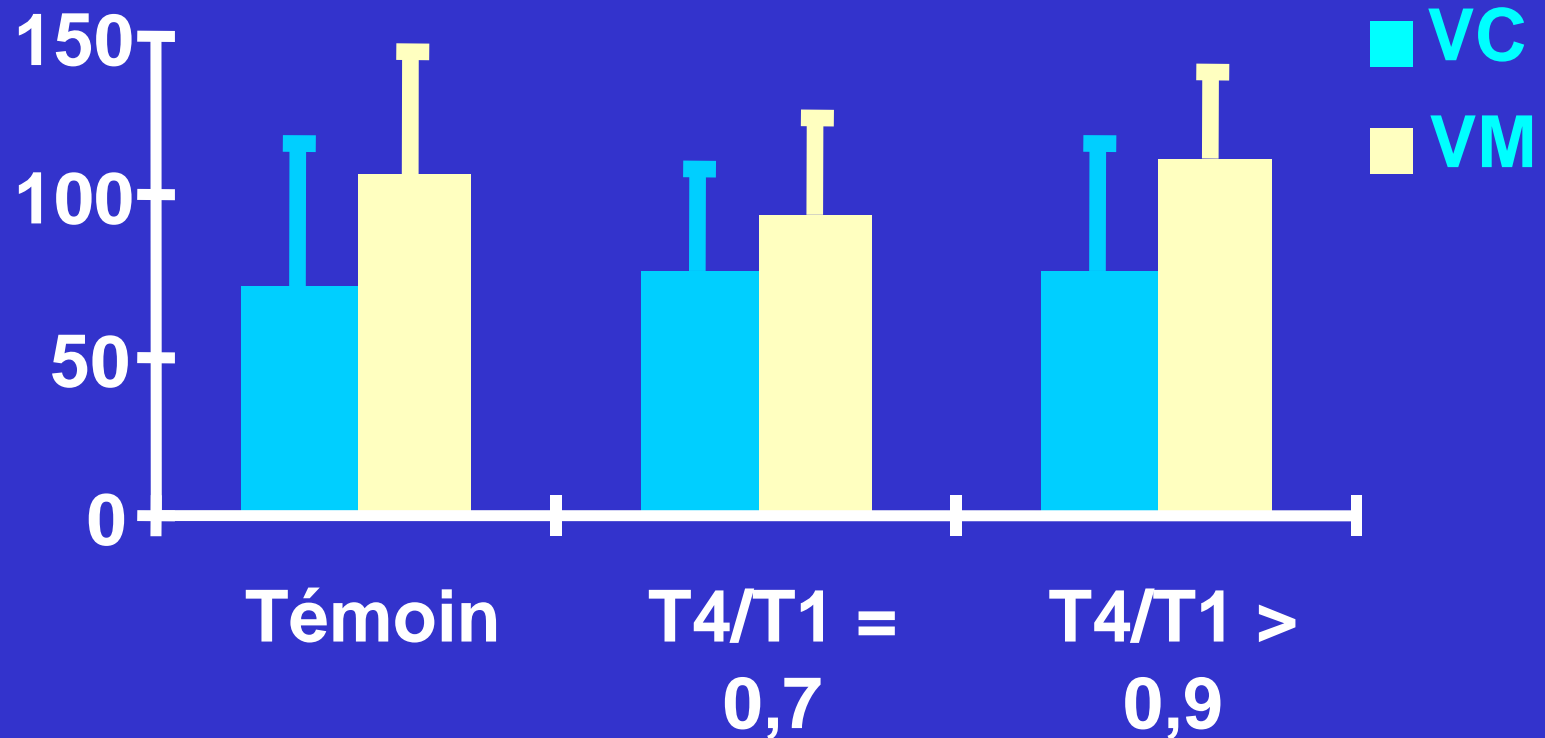
Tonus oesophagien



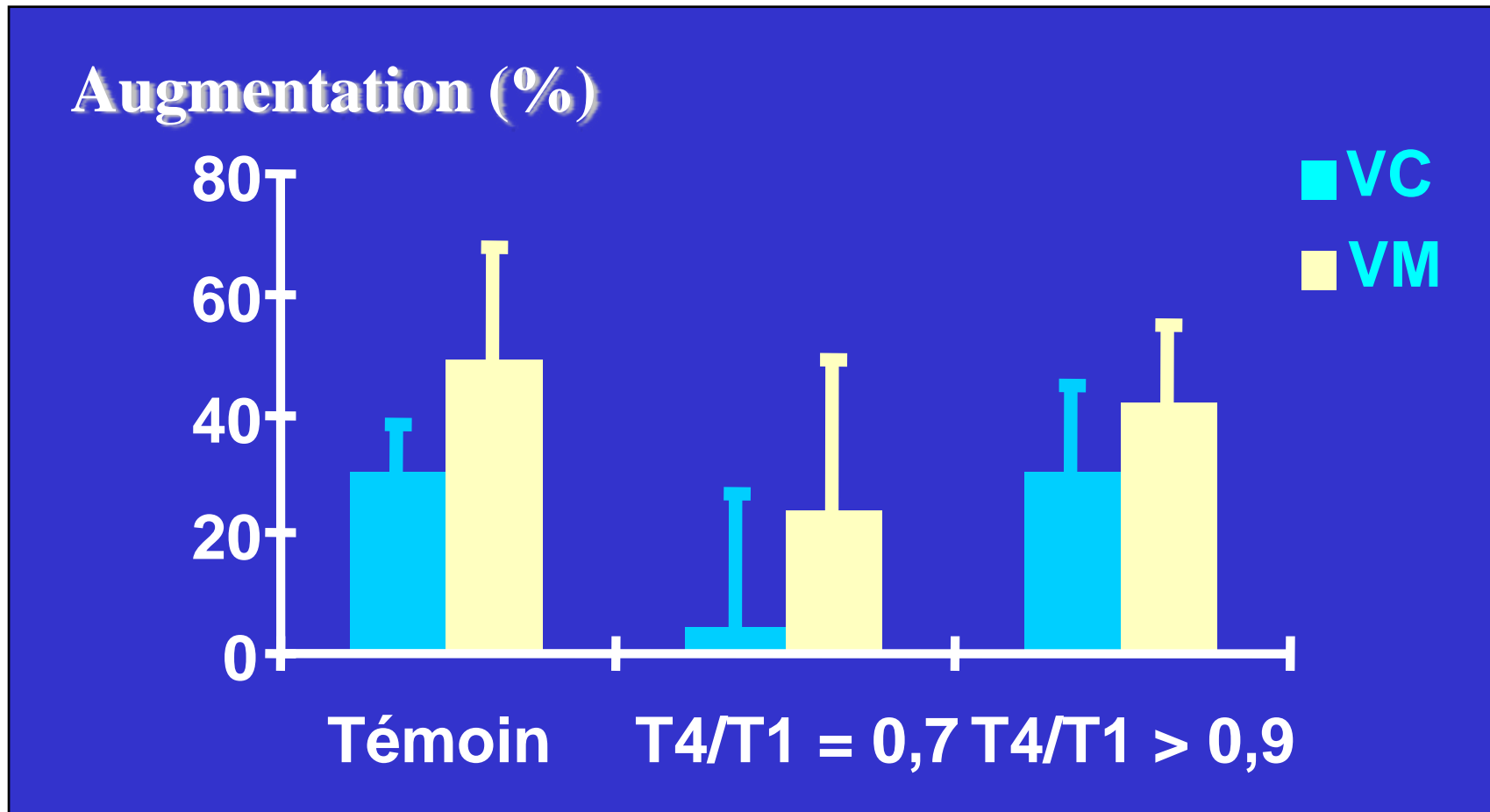
After Eriksson et al. Anesthesiology 1997; 87: 1035-43

Réponse à l'hypercarbie

Augmentation (%)

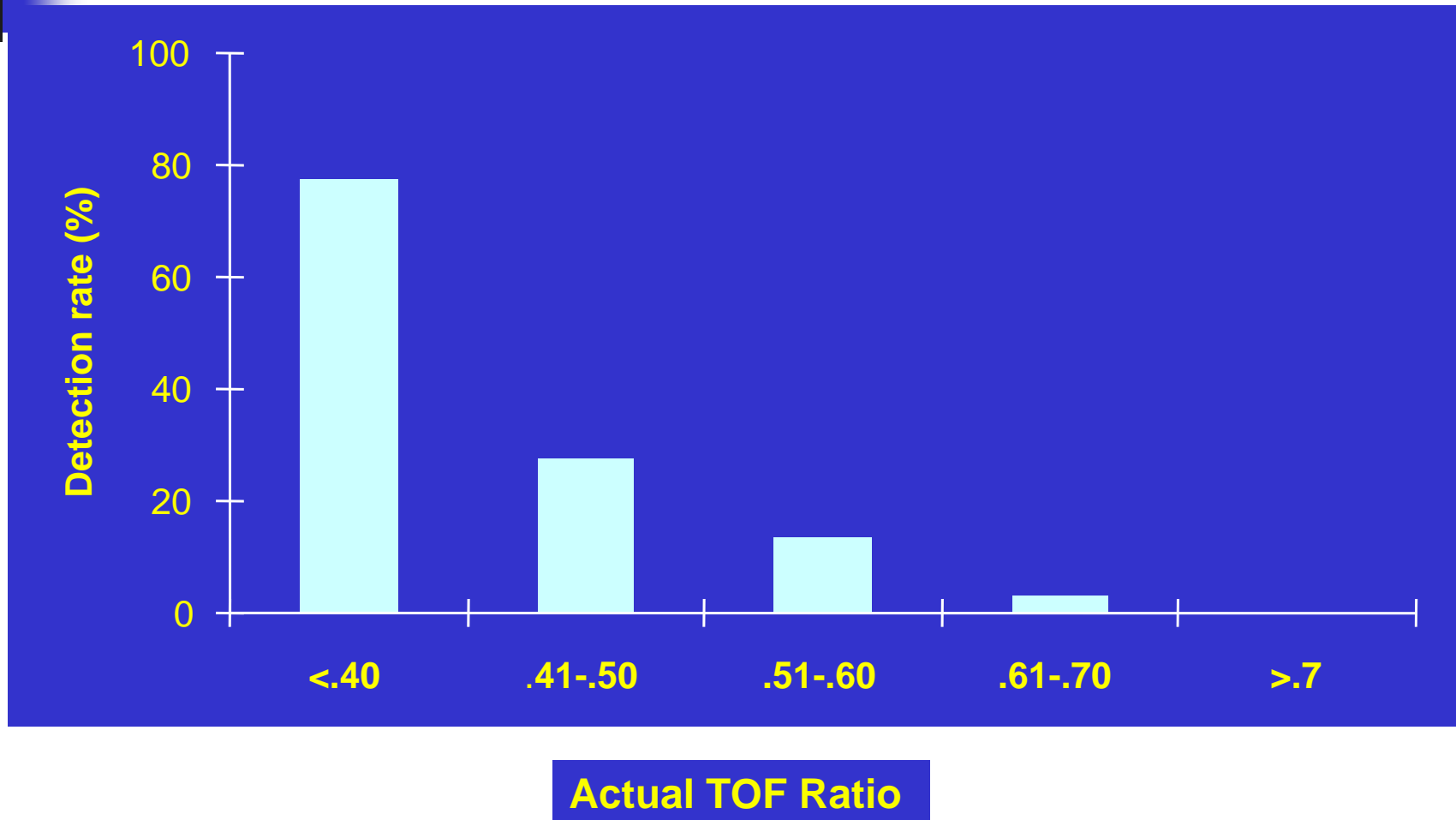


Réponse à l'hypoxie



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

Il est difficile de détecter un $T4/T1 > 0.4$



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

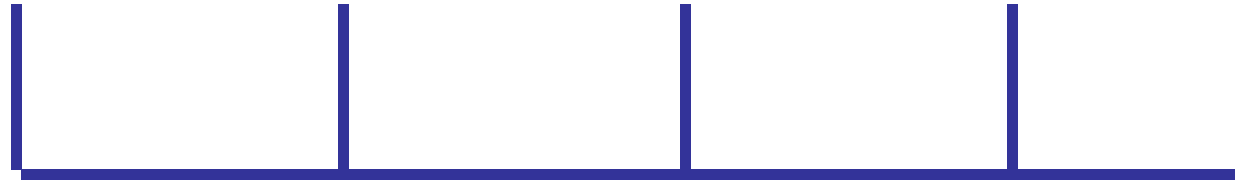


Modes de stimulation

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

DBS vs TOF stimulation

TOF



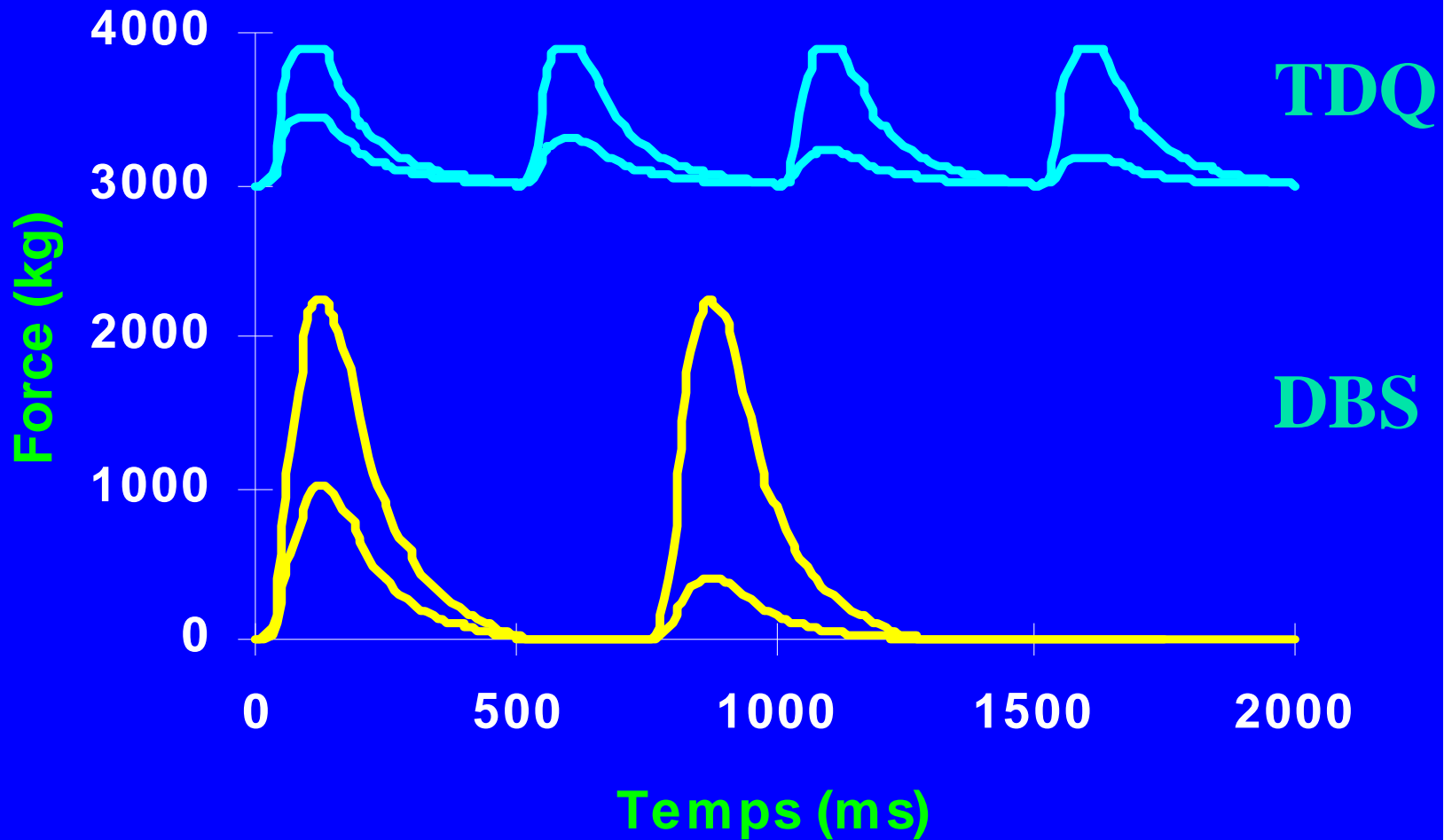
DBS_{3,3}



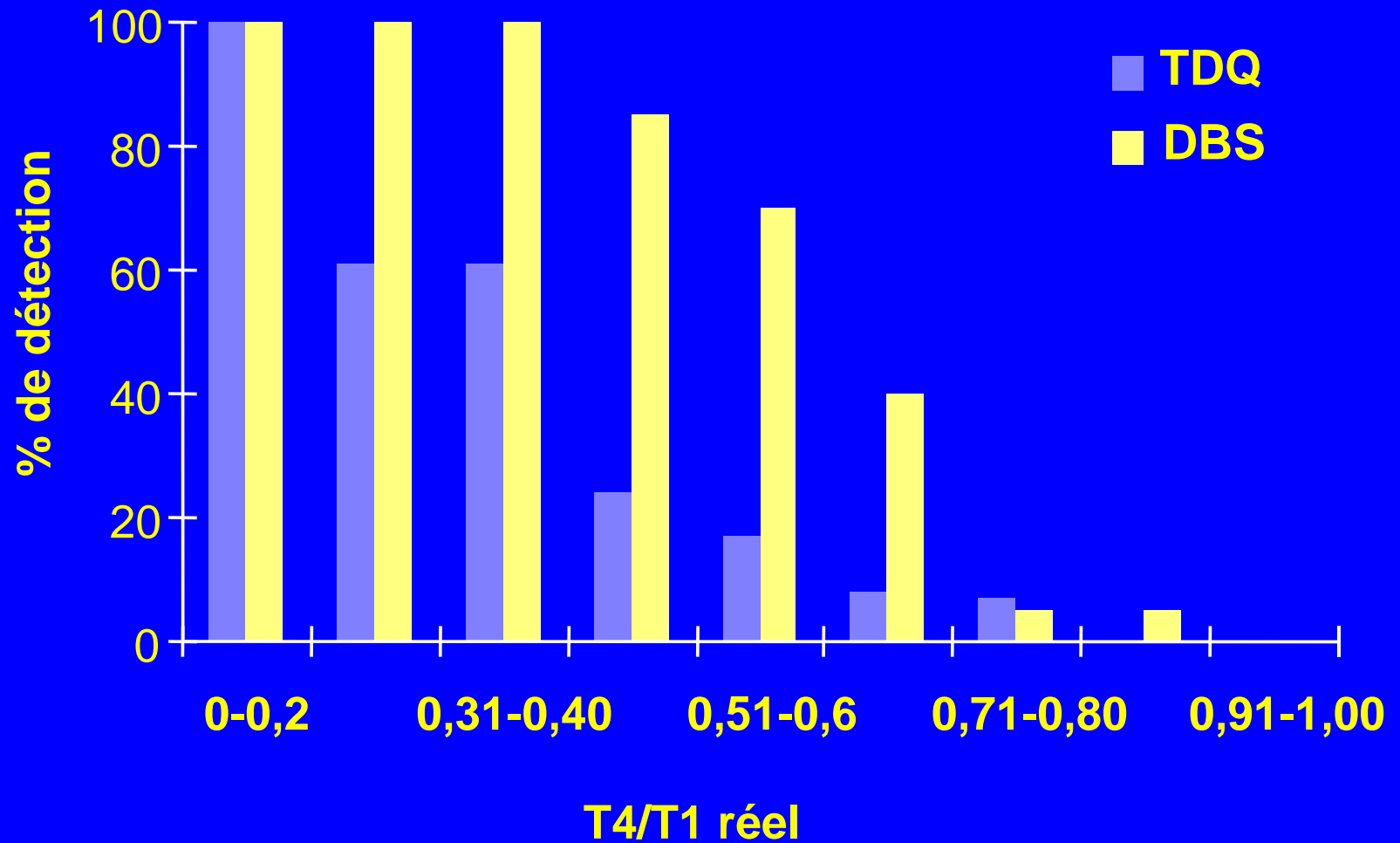
**1
seconde**



Double burst stimulation (DBS)



Détection avec DBS



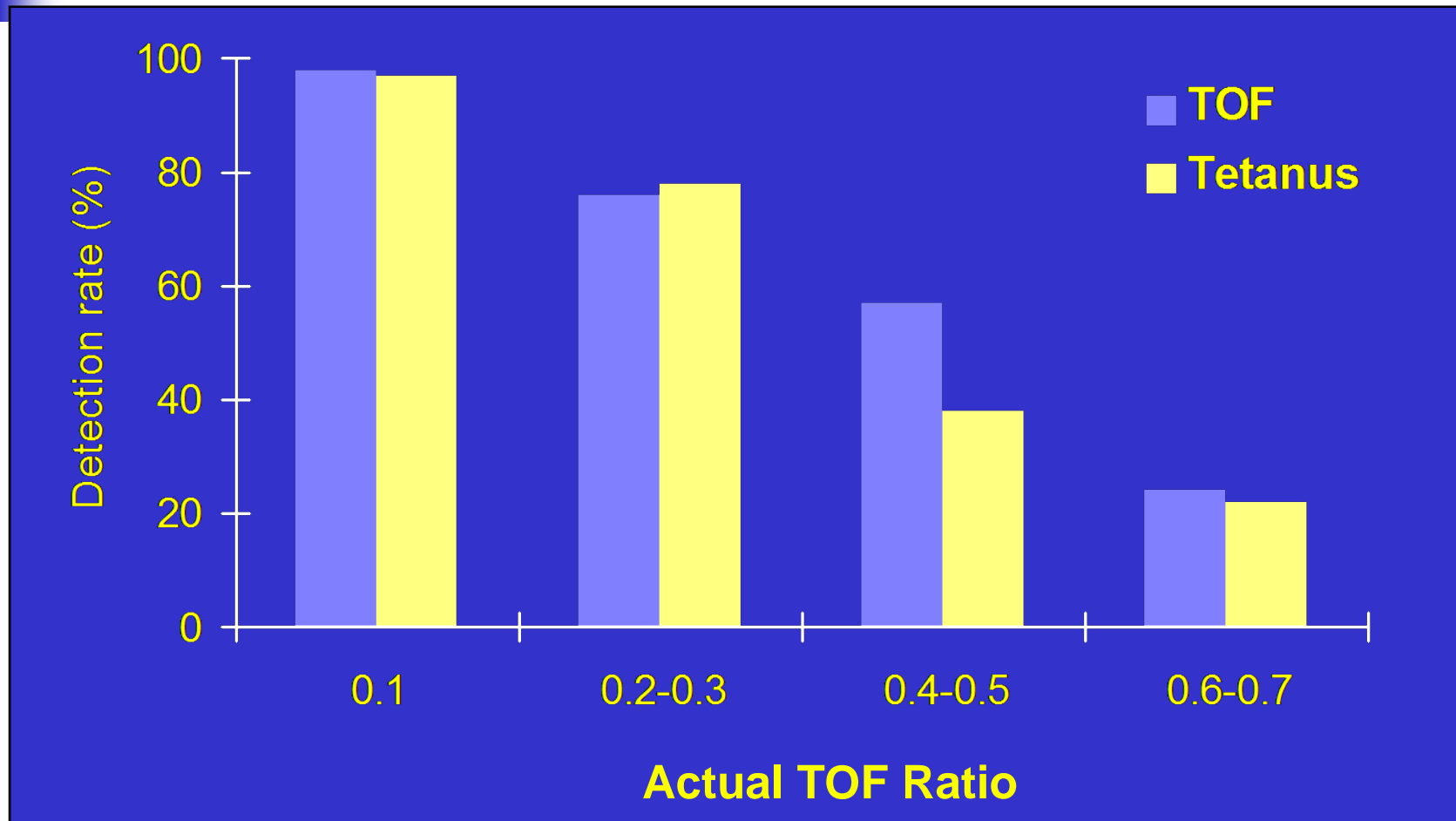
D'après Saitoh et al. Anesth Analg 1997; 84: 1354-8



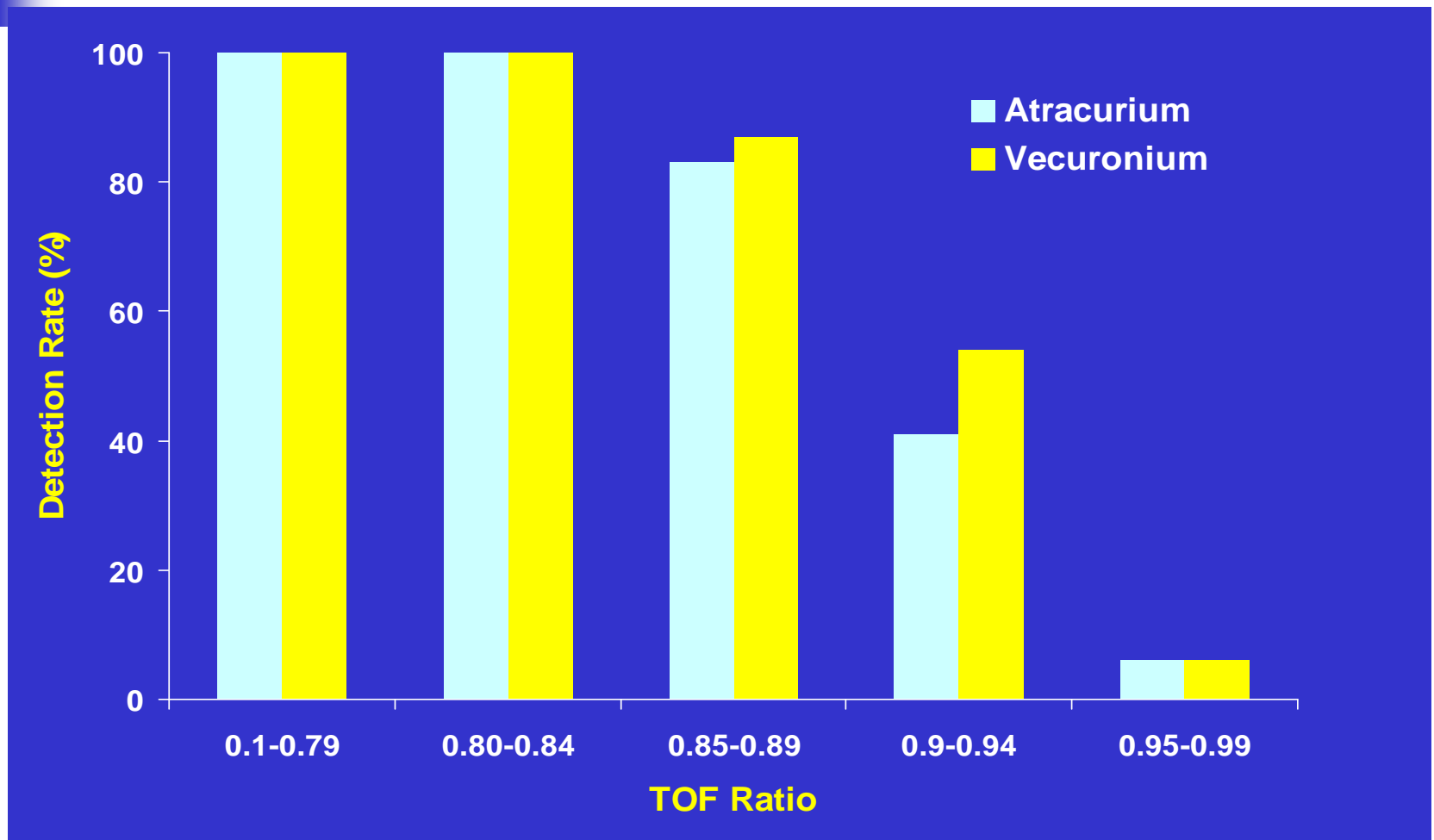
Modes de stimulation

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

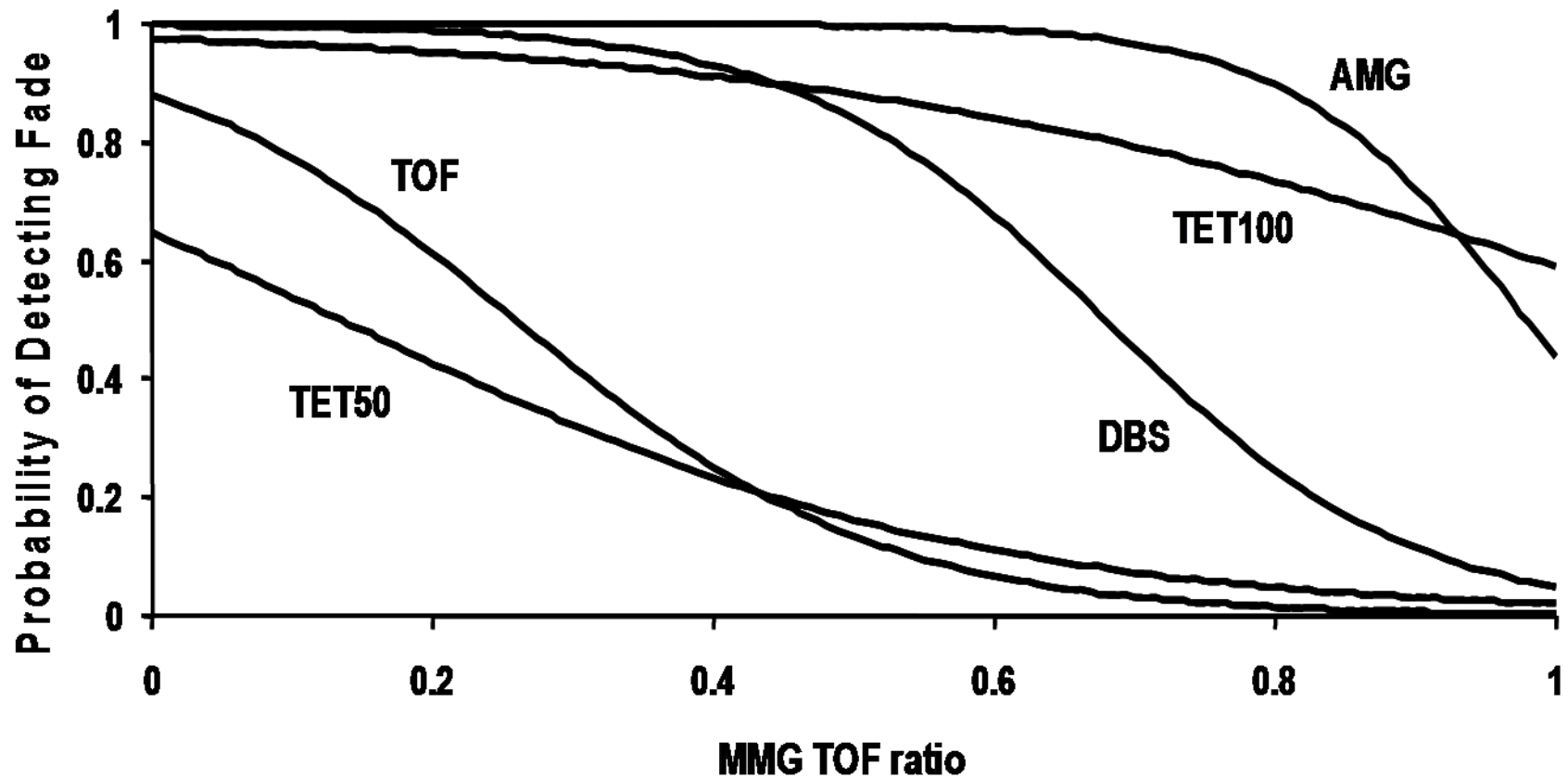
Stimulation tétanique 50 Hz



Stimulation tétanique 100 Hz



Tous les tests





Modes de stimulation

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



Post-tetanic count (PTC)

- 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

PTC

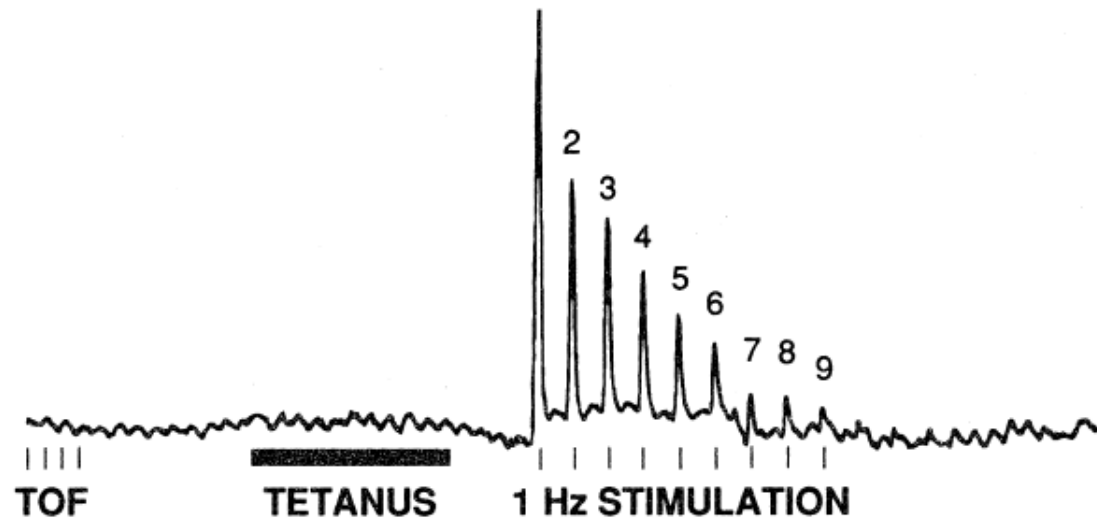


FIGURE 16-13. Posttetanic count (PTC). During profound blockade, no response is seen to train-of-four (TOF) or tetanus. However, because there is posttetanic facilitation, some twitches (in the case earlier, 9) can be seen after tetanic stimulation. In the example above, the PTC is 9.



PTC: interprétation

- **Compte > 15: récupération imminente**
- **Compte = 0: curarisation très profonde**
- **Compte = 1-4: récupération dépend du curare
intermédiaires 15-20 min**

Plan

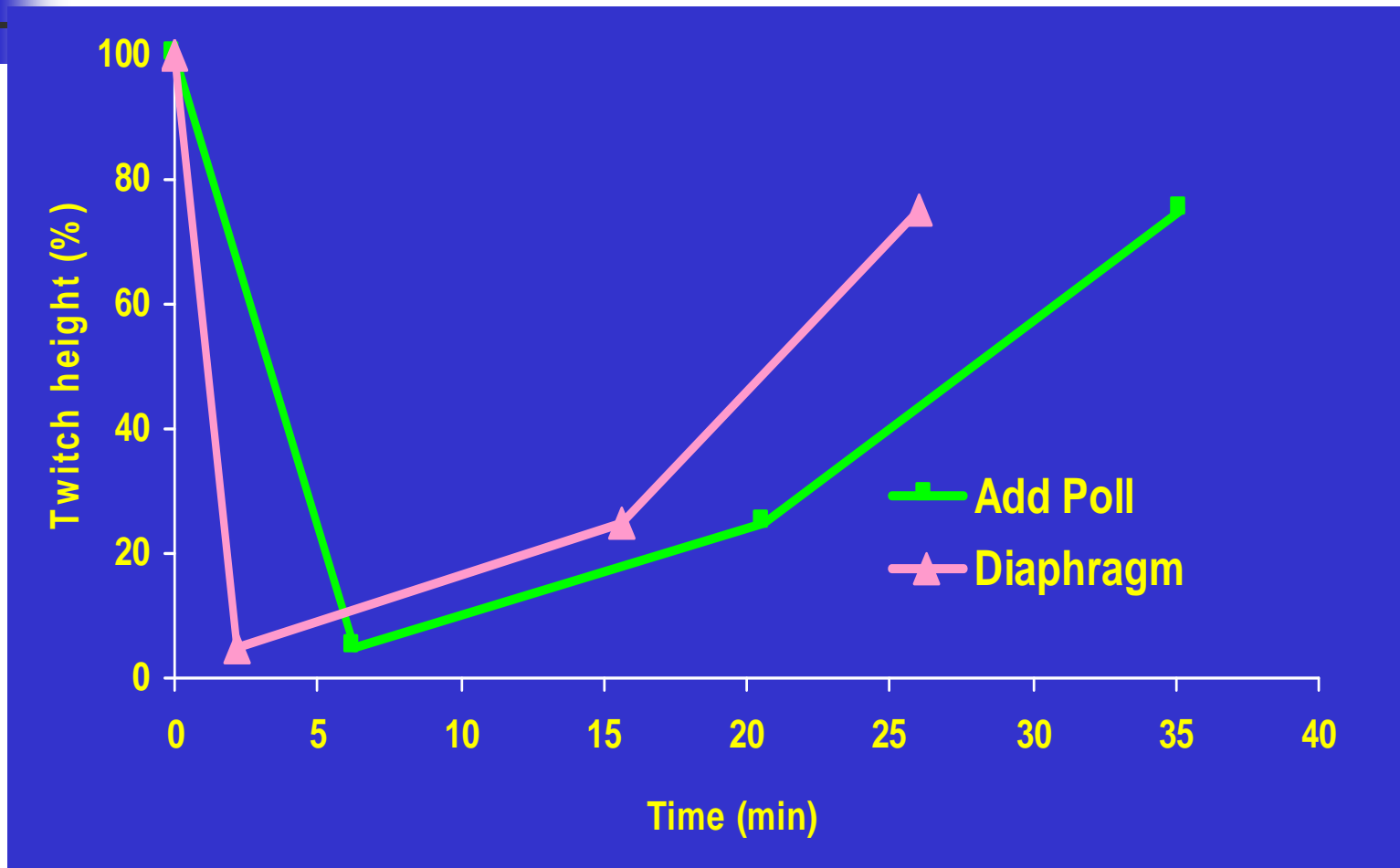


Pourquoi?

■ 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

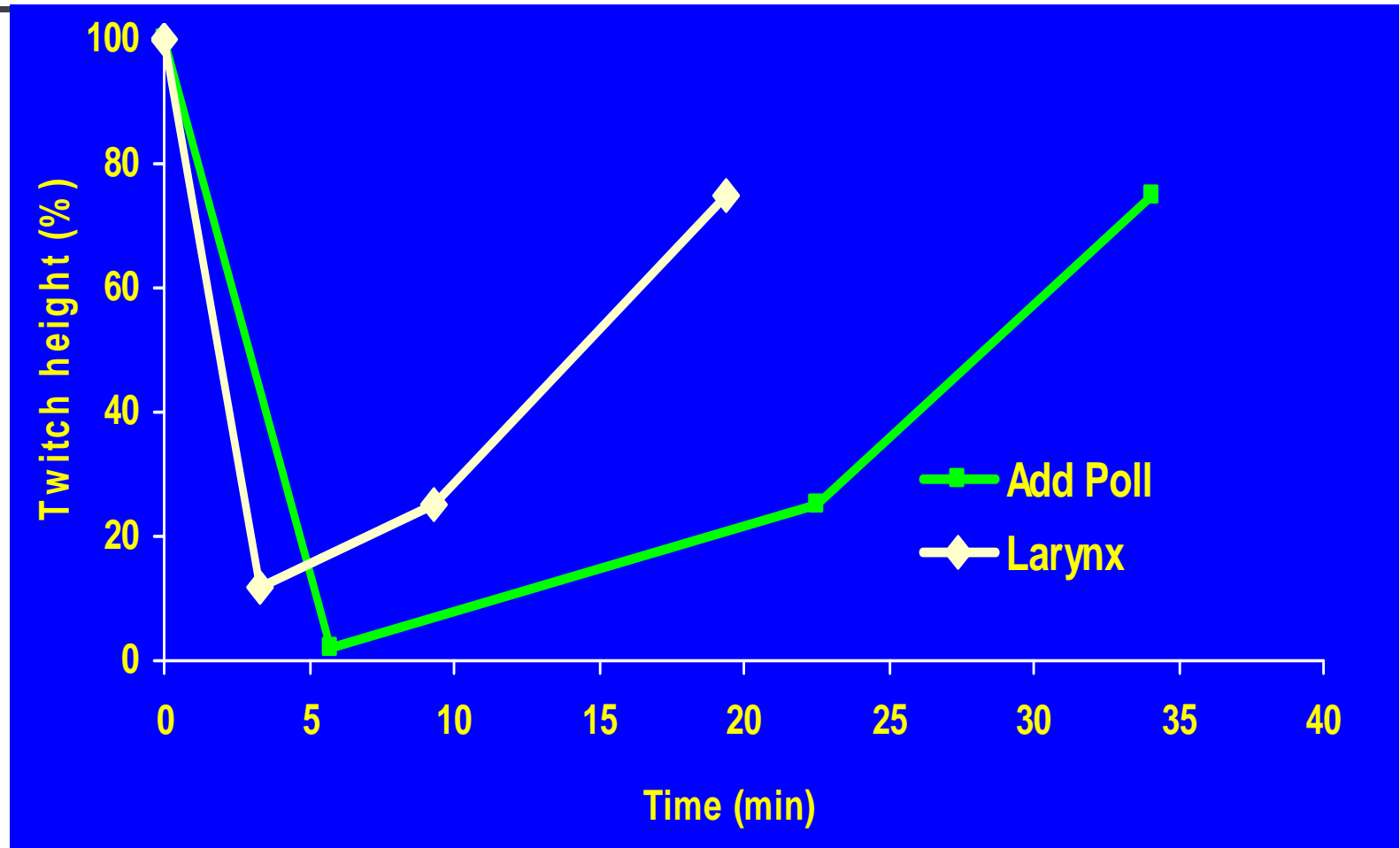
Diaphragm vs Adductor pollicis vecuronium, 0.07 mg/kg



Donati et al. Anesthesiology 1990; 73: 870

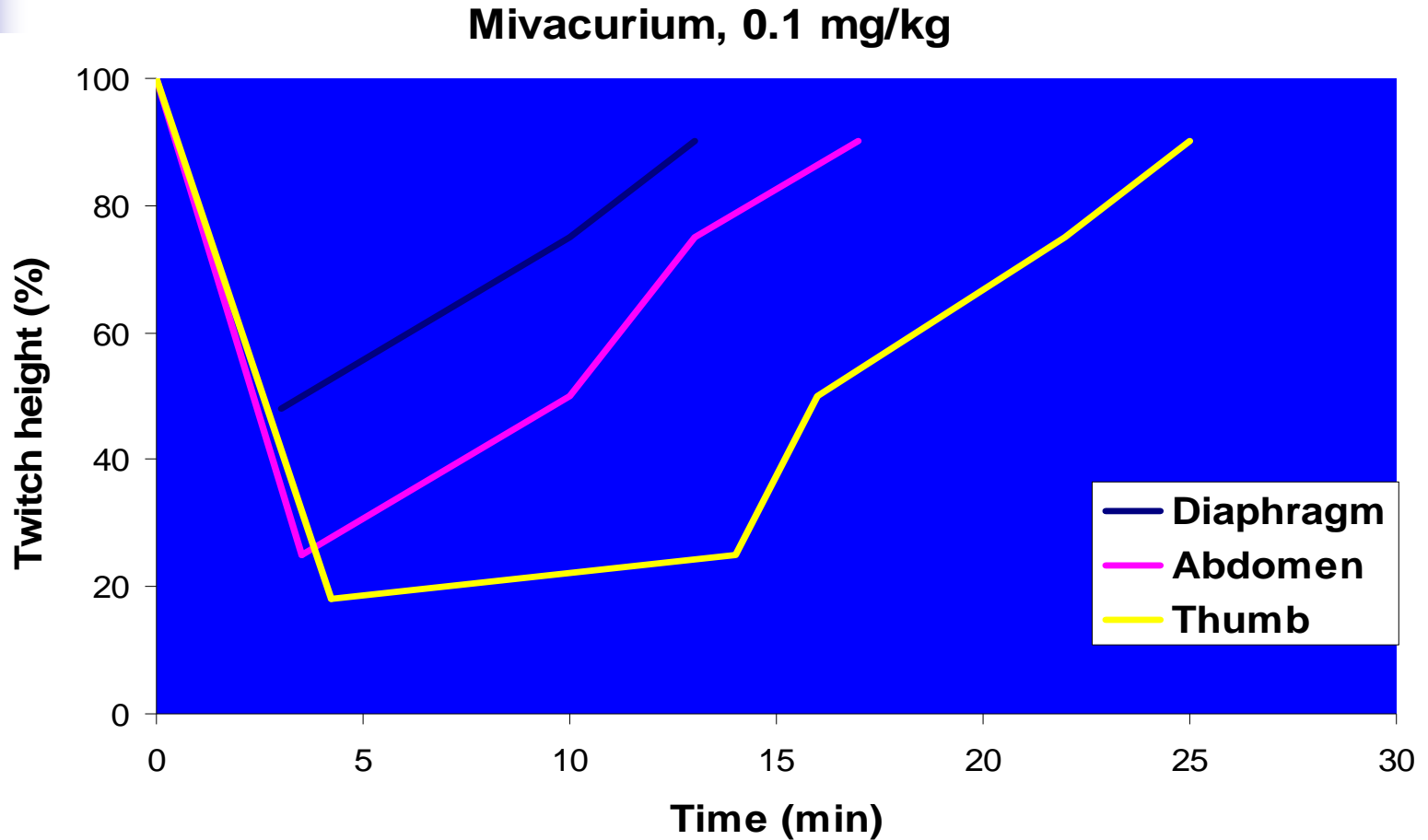
Larynx vs Adductor pollicis

vecuronium, 0.07 mg/kg



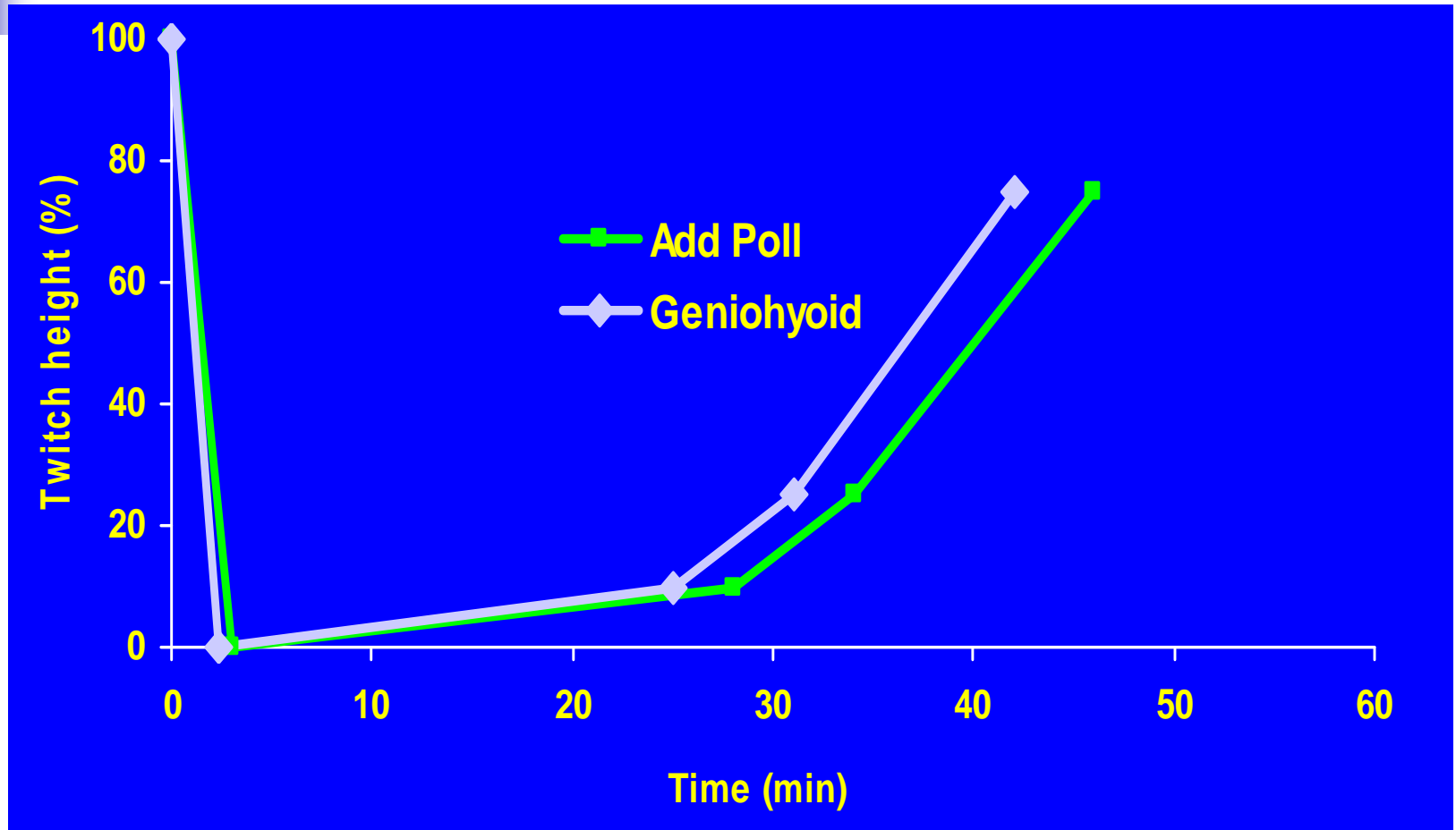
Abdominal Muscles

Kirov et al. Anesthesiology 2001; 95: 1323



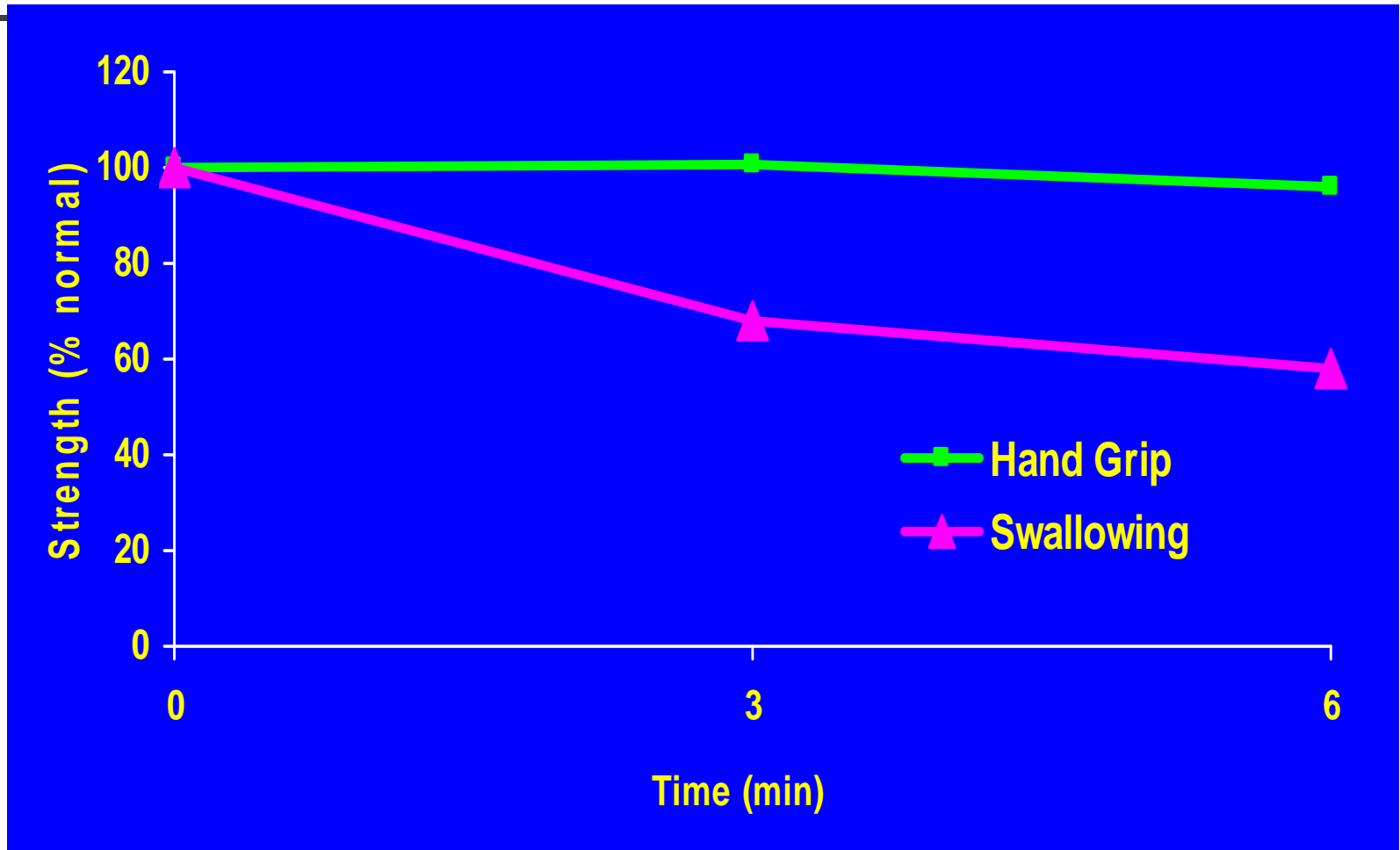
Kirov et al. Anesthesiology 2002; 96: 583

Geniohyoid vs Adductor pollicis vecuronium, 0.1 mg/kg



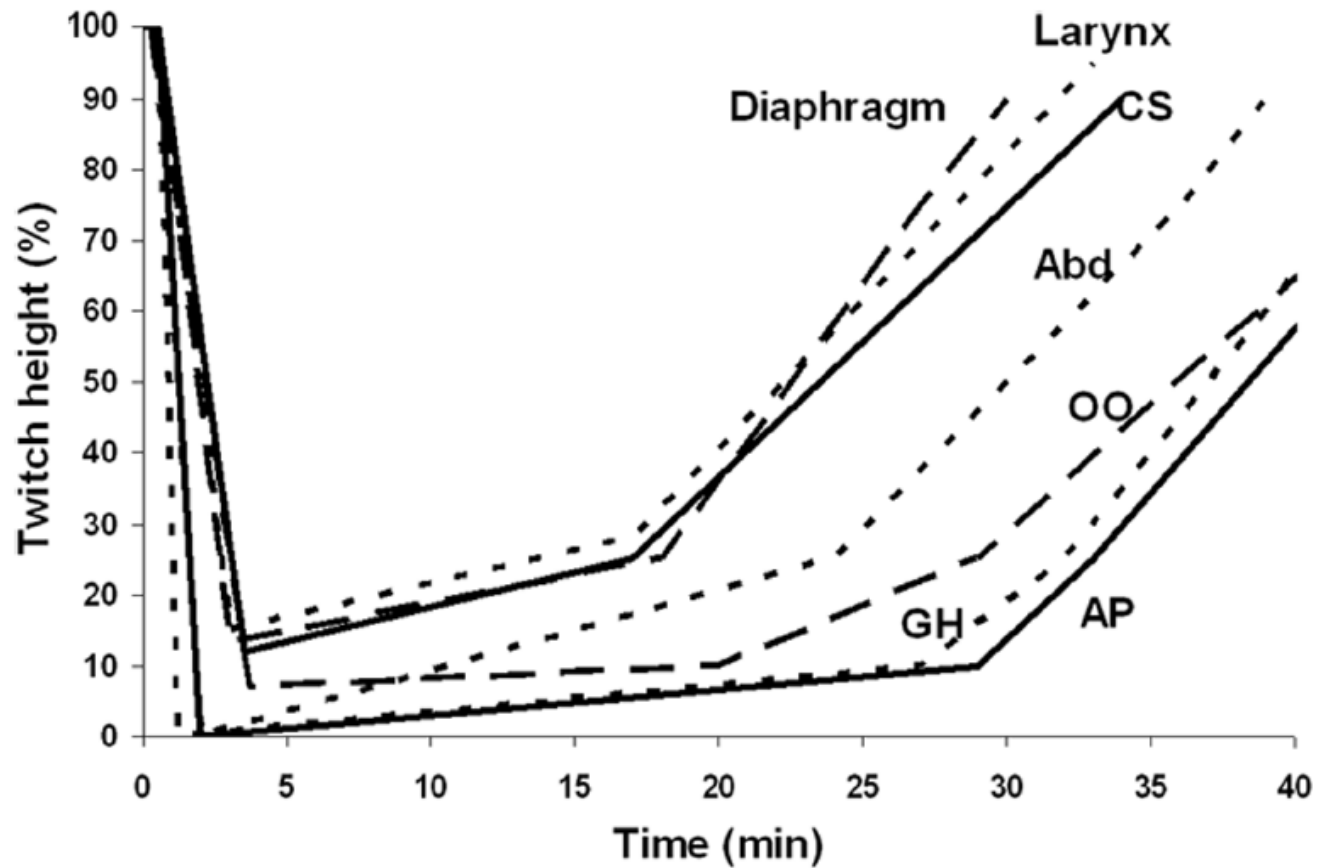
D'honneur et al. Anesthesiology 1995; 82: 649

Hand vs Upper airway vecuronium, 0.015 mg/kg



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

Muscles: résumé



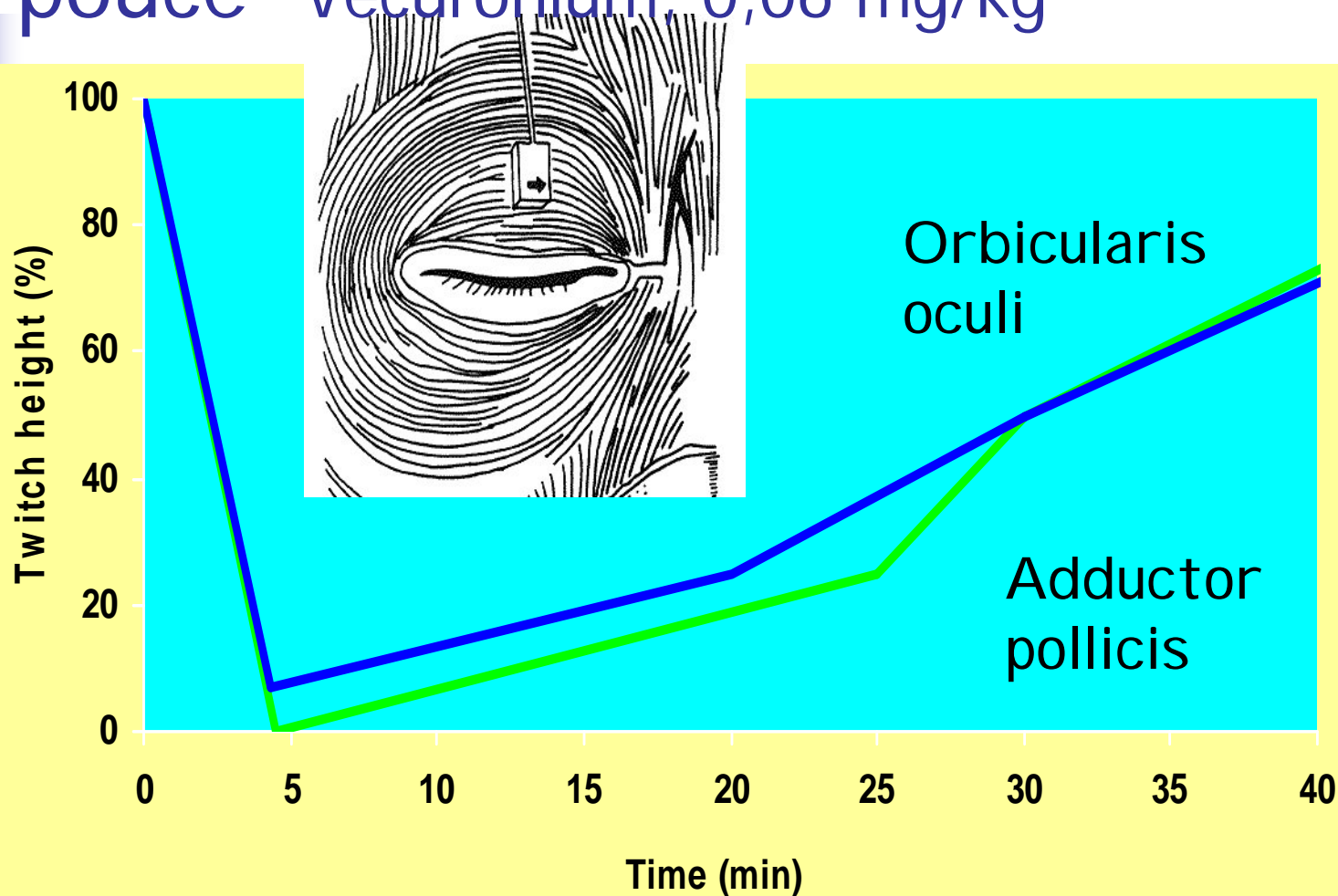


Plan

- 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

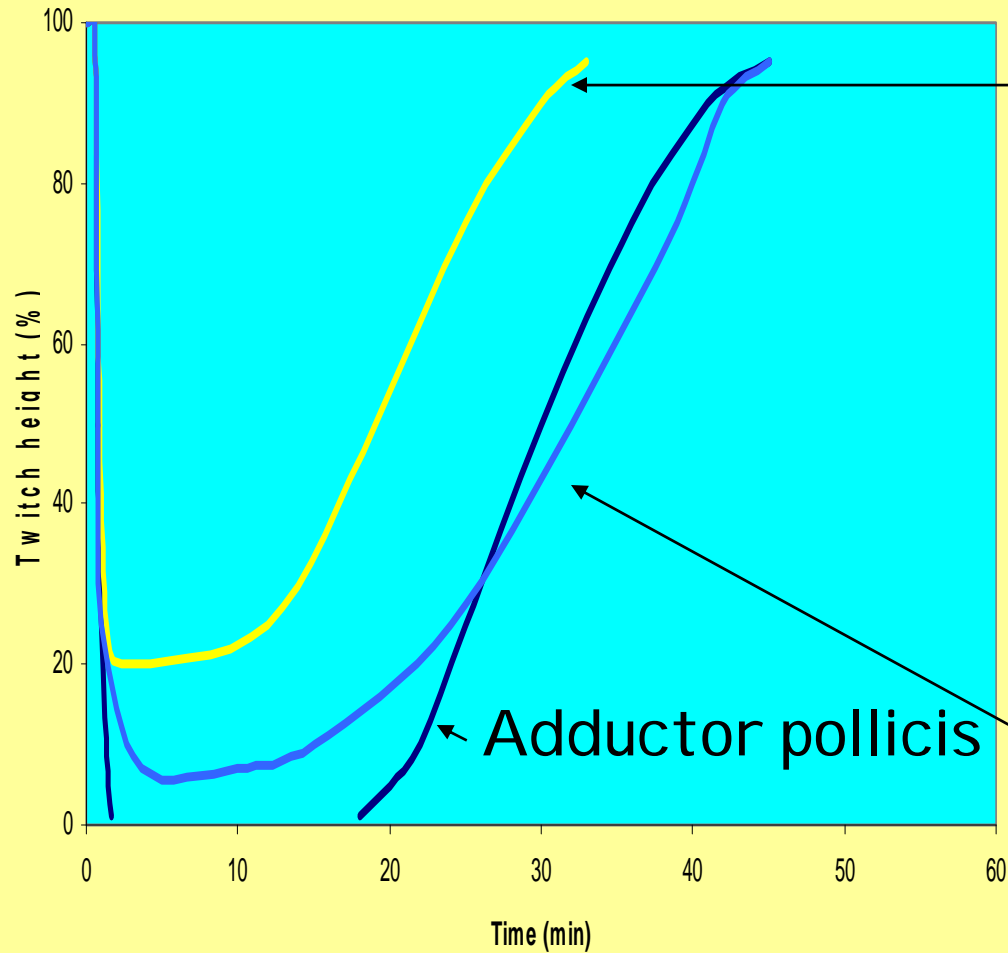
Orbiculaire de l'oeil vs adducteur du pouce

Vécuronium, 0,06 mg/kg

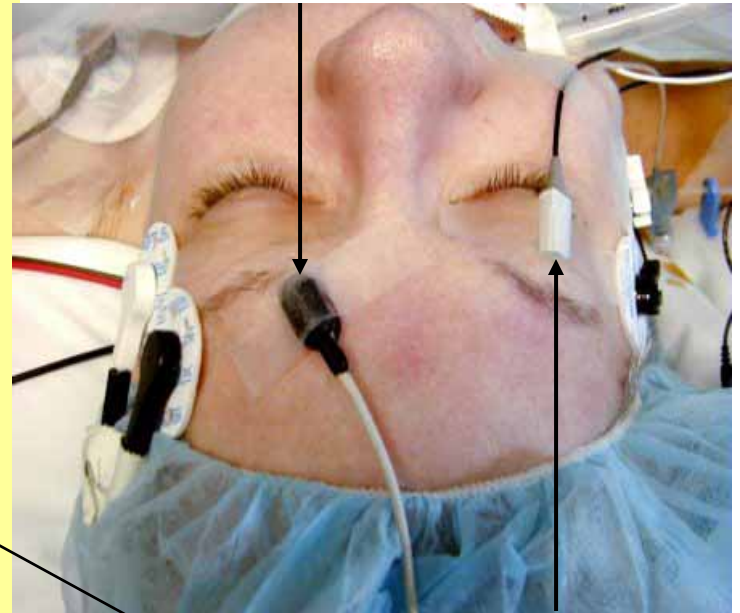


Rimaniol et al. Anesth Analg 1996; 83: 808

Orbiculaire de l'oeil vs sourcilier: rocuronium, 0.5 mg/kg

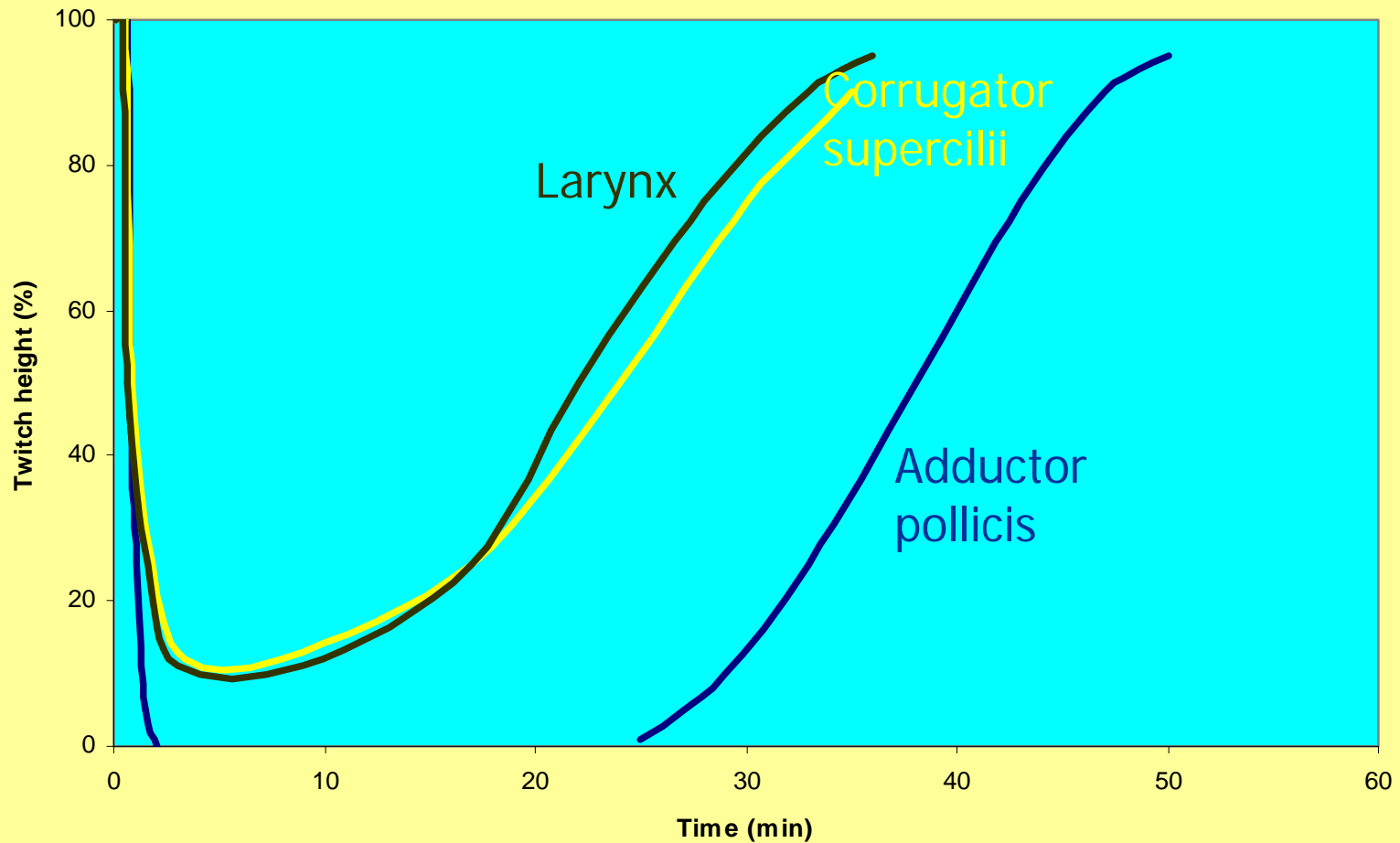


Corrugator
supercilii



Orbicularis oculi

Sourcilier vs larynx





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



Curarisation profonde

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

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
- Monitorage?
 - 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?

Ce que vous voyez quand il y a 4
réponses égales

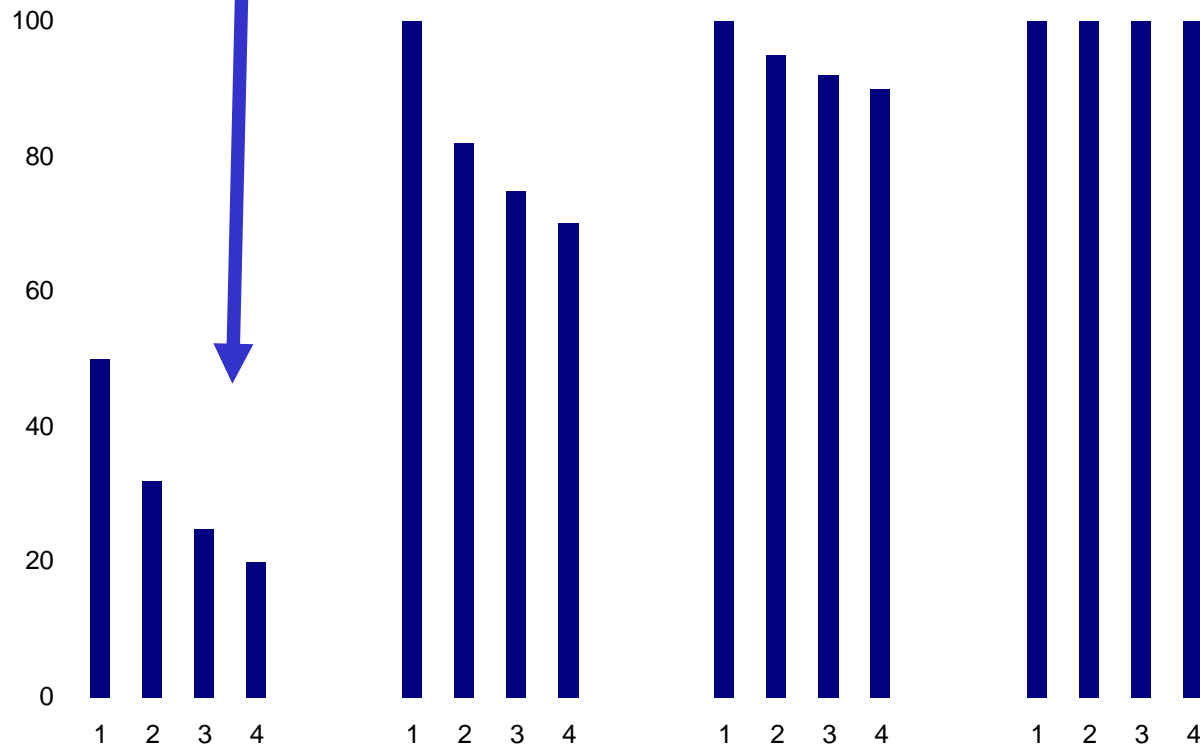
$T4/T1$

0.4

0.7

0.9

1.0



Le seuil « traditionnel »

T4/T1

0.4

0.7

0.9

1.0

100

80

60

40

20

0

1

2

3

4

1

2

3

4

1

2

3

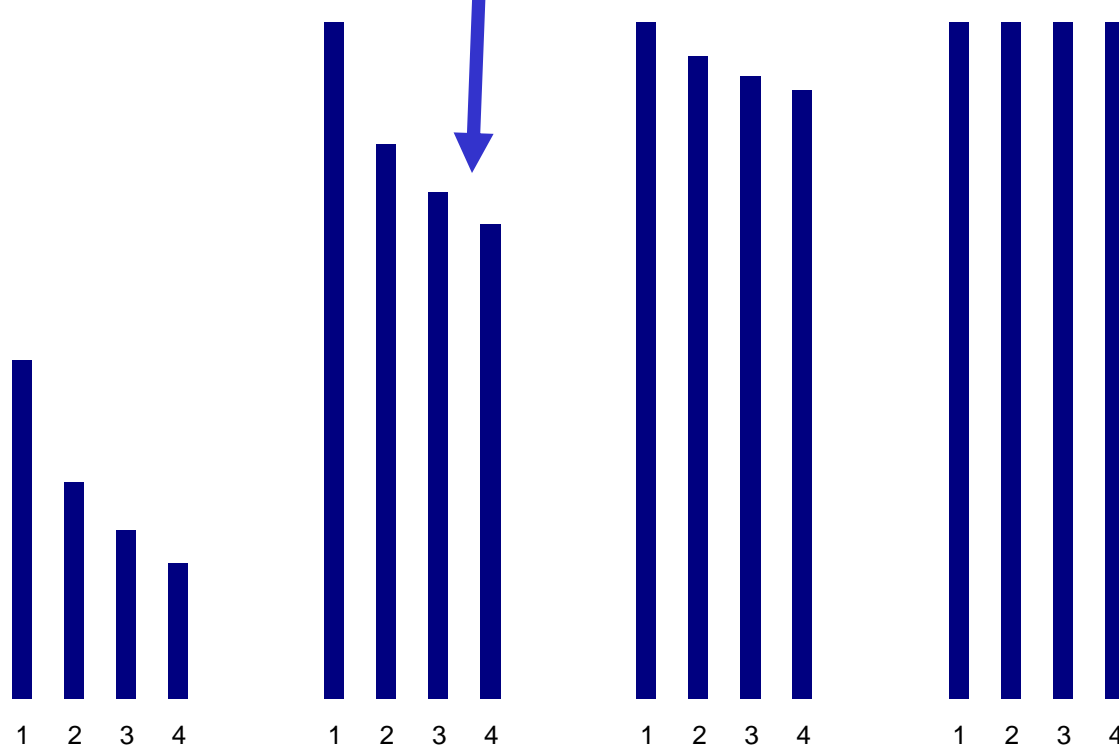
4

1

2

3

4





Le seuil « adéquat »

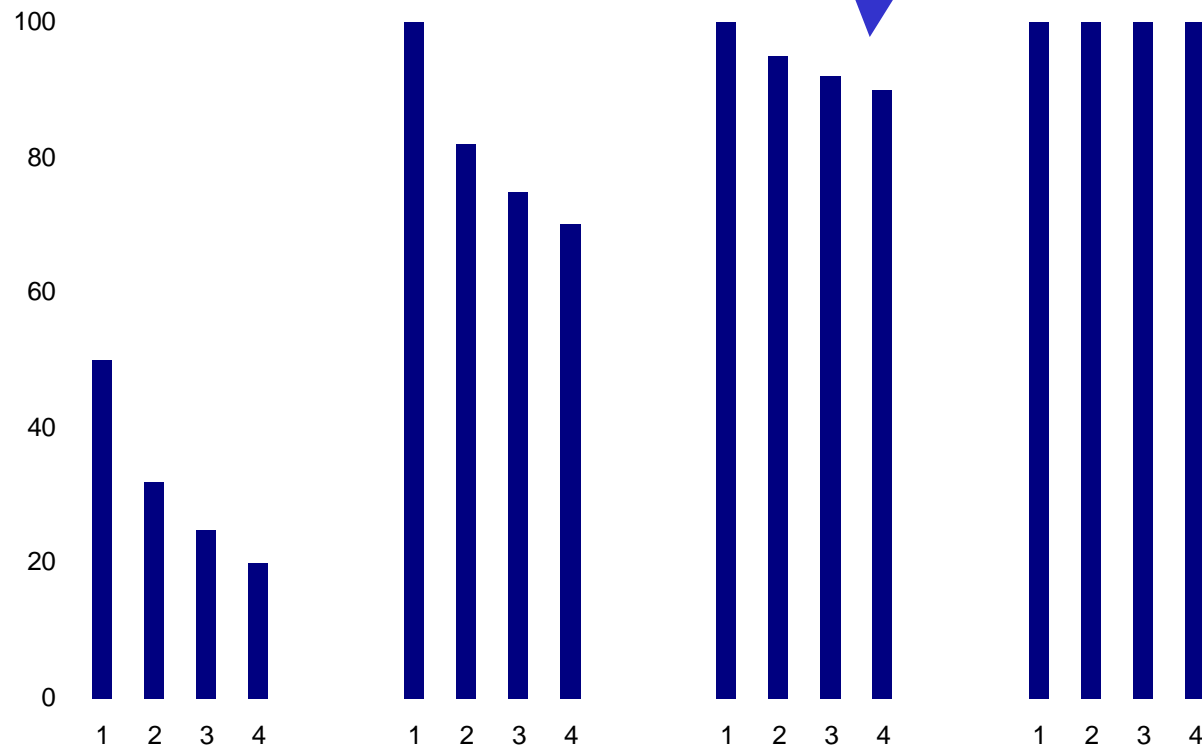
T4/T1

0.4

0.7

0.9

1.0



Fonction normale

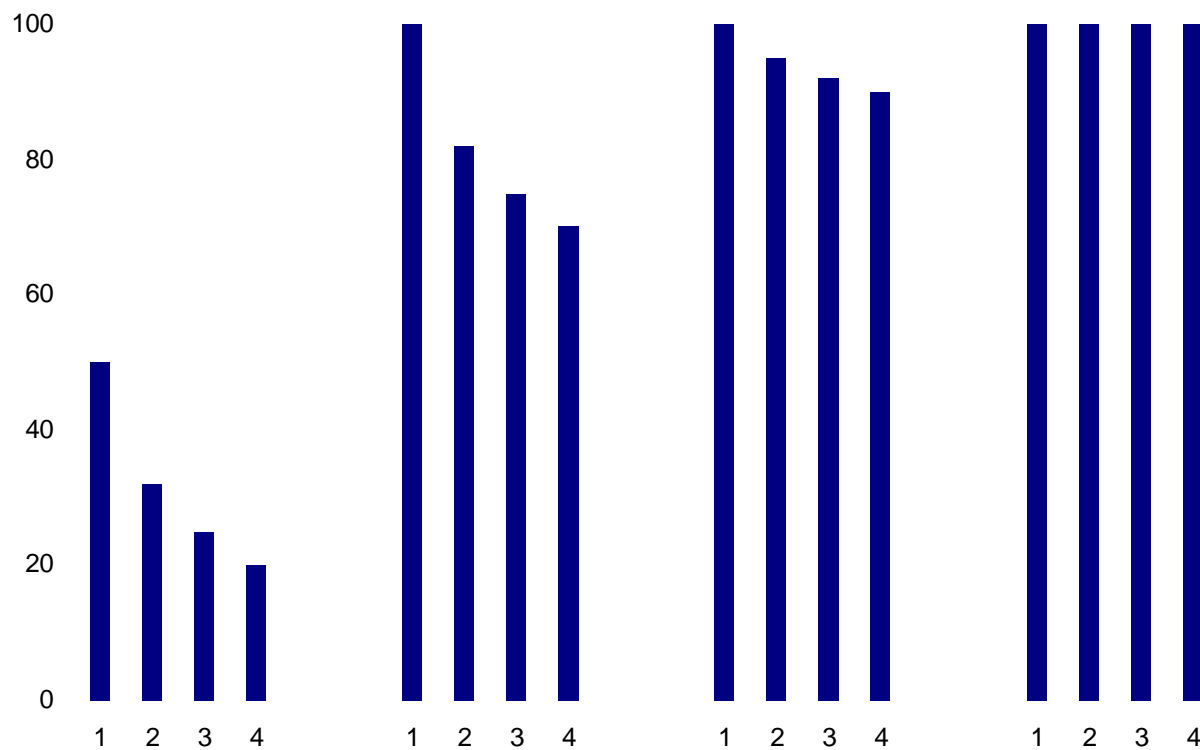
T4/T1

0.4

0.7

0.9

1.0





Problèmes cliniques - 6

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

Sourcilier vs larynx

