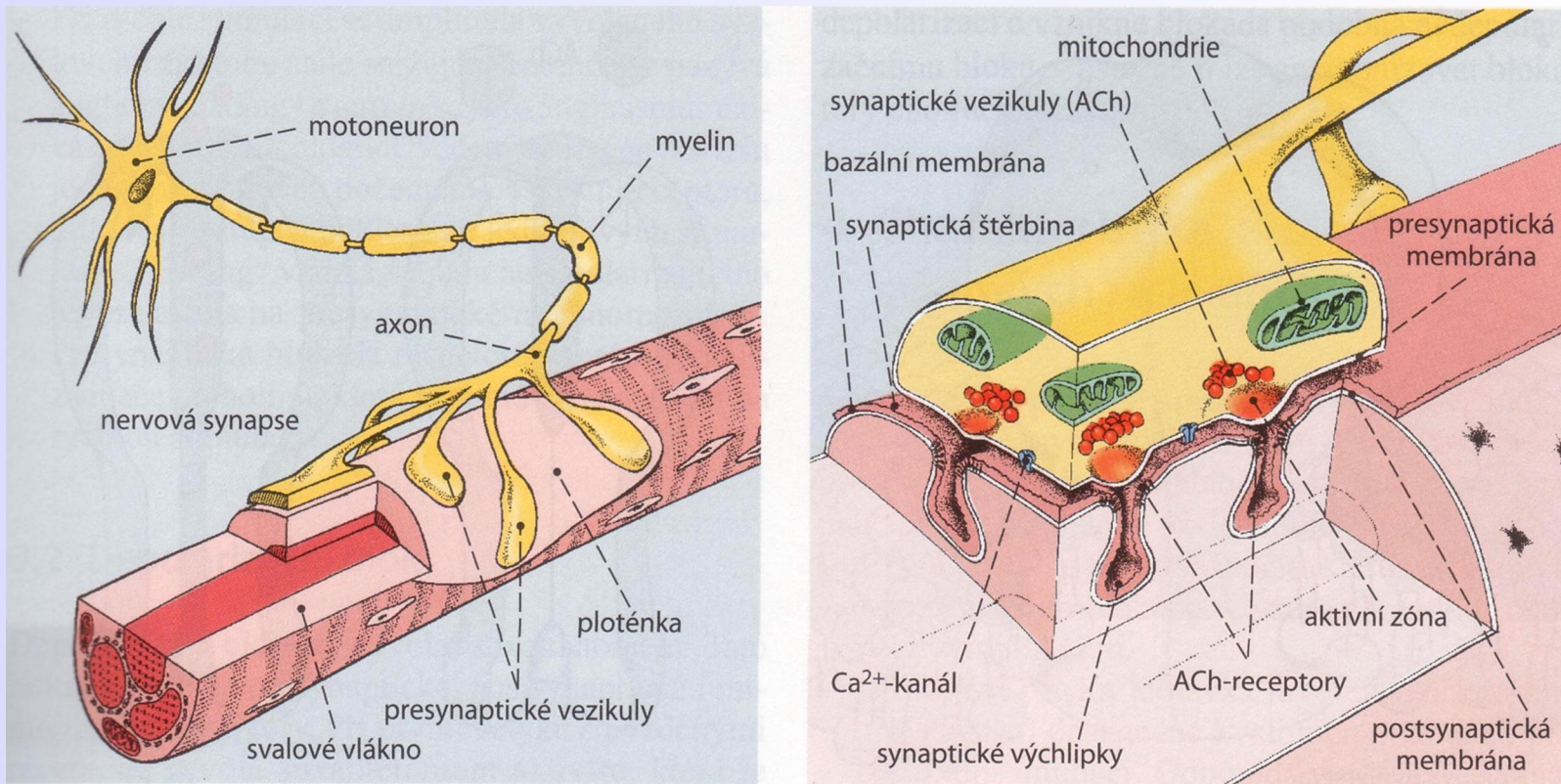




# **Monitorace myorelaxace**

**Dušan Merta, KARIP IKEM**

# Fyziologie



# Princip metody

- **supramaximální stimulace periferního nervu**
  - ~ 60 mA
  - stimulace všech motorických vláken nervu
  - délka jednotlivého pulzu ~ 0,2 ms
    - delší trvání způsobí opakovanou stimulaci
- **měření odpovědi svalu**

# Místa stimulace

## ■ n. ulnaris

- m. adductor pollicis brevis
- klasické místo
- pozdější nástup a pozdější odeznění

## ■ n. facialis

- m. orbicularis oculi
- průběh podobný jako u svalů hrtanu

# Místa stimulace

- **n. tibialis posterior**
  - m. flexor hallucis longus
  - podobné jako palec ruky
- **n. laryngeus recurrens**
  - m. adductor laryngis

# Měření svalové odpovědi

## ■ mechanomyografie

- zlatý standard (spíše historická metoda)
- přímé měření síly
- nutná stabilizace aparatury (až desítky minut)
- měření změn tlaku v manžetě mezi vazy

## ■ elektromyografie

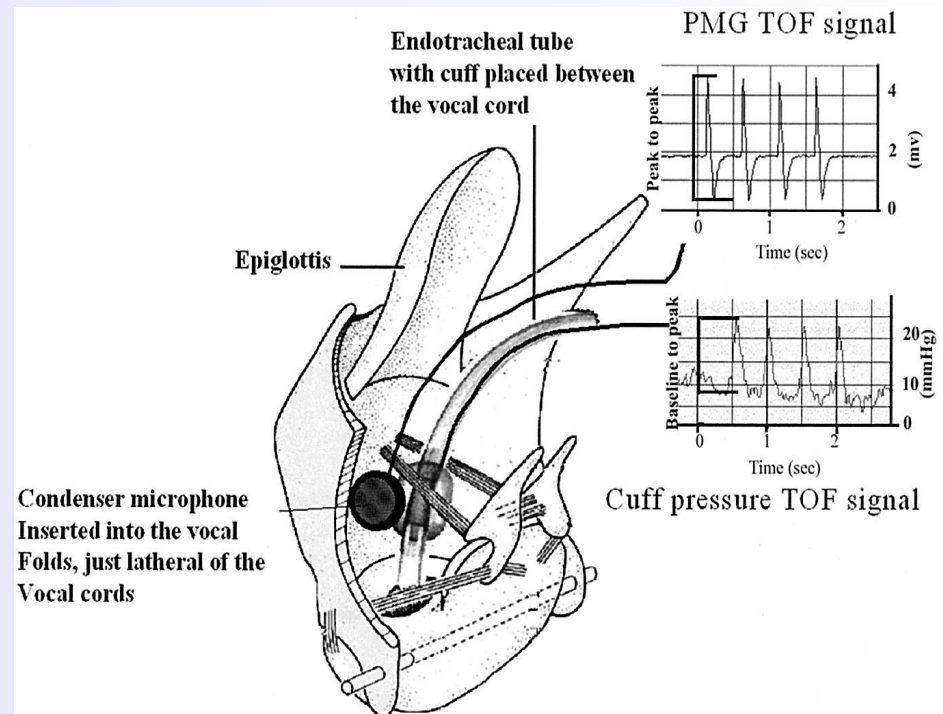
- elektrická odpověď stimulovaného svalu
- hlavní experimentální metoda

# Měření svalové odpovědi

## ■ fonomyografie

- jen n. laryngeus recurrens
- mikrofon v laryngeální řase

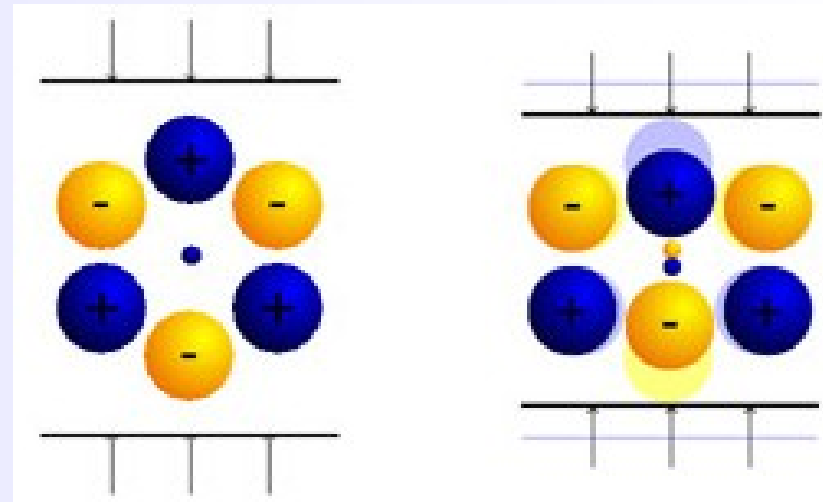
## ■ akcelerometrie



Hemmerling, T.M., Babin, D.M., Donati, F.: Phonomyography as a Novel Method to Determine Neuromuscular Blockade at the Laryngeal Adductor Muscles, *Anesthesiology* 2003; 98:359–63

# Akcelerometrie

- dnes nejrozšířenější
- měření zrychlení pomocí piezoelektrického efektu
- preload?

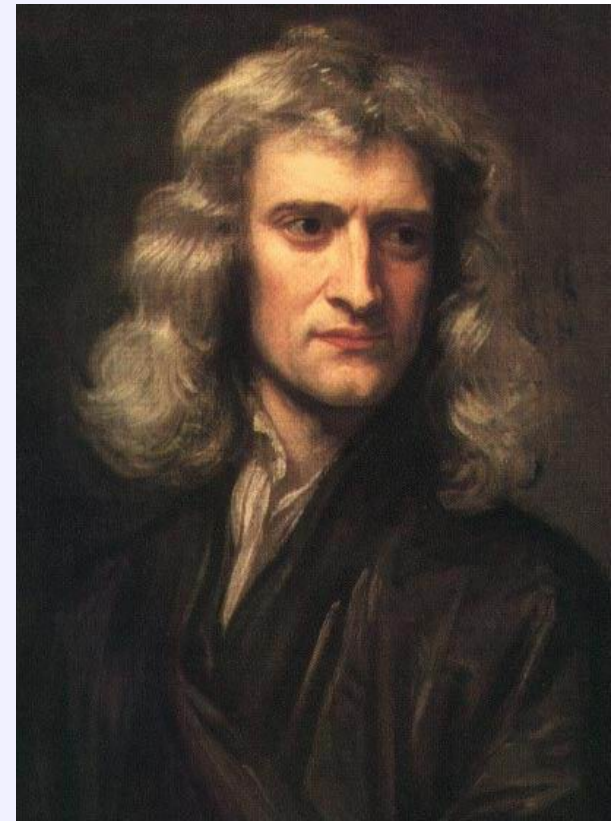




# Akcelerometrie

## ■ 2. Newtonův zákon

- $F = m \cdot a$ 
  - $F$  – síla [N]
  - $m$  – hmotnost [kg]
  - $a$  – zrychlení [ $m \cdot s^{-2}$ ]
- pohyb přímočarý a rovnoměrně zrychlený
  - **to pohyb prstu rozhodně není!!!**
- možná příčina nesouladu akcelerometrie a mechanomyografie?



Sir Isaac Newton

# Způsoby stimulace

- **jednorázová stimulace (single twitch)**
  - nízká frekvence (0,1 – 1 Hz)
  - supramaximální proud – 60 mA
  - vyžaduje kalibraci před podáním relaxancia
  - stupeň bloku –  $T/T_c$
  - při obsazení <75-80% receptorů je  $T/T_c=1$
  - jediná metoda vhodná pro depolarizační blok
    - nepracuje s fenoménem únavy (fading)

# Způsoby stimulace

## ■ tetanická stimulace

- 50 Hz po dobu 5 s
  - vyšší frekvence → vyšší senzitivita
    - 100 Hz prokáže obsazení 50% receptorů
    - 200 Hz prokáže obsazení 30% receptorů
- absence fenoménu únavy → plné zotavení
- mezi měřeními je nutná 5-6 minut pauza
- ovlivňuje následné měření ToF a DBS
- rutinně jen v rámci PTC

# Způsoby stimulace

## ■ Double Burst Stimulation (DBS<sub>3,3</sub>)

- 2 × 3 pulzy 50 Hz (40 ms) s pauzou 750 ms
- taktilní vyhodnocení
- obě odpovědi stejné → dostatečné odeznění
- varianty DBS<sub>3,2</sub>, DBS<sub>4,3</sub>

## ■ Train of Four (ToF)

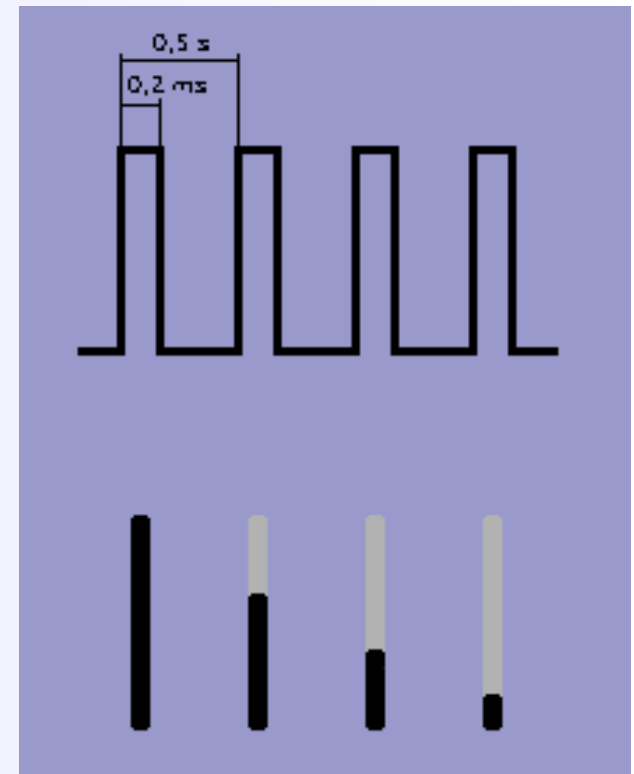
## ■ Post Tetanic Count (PTC)

# Train of Four

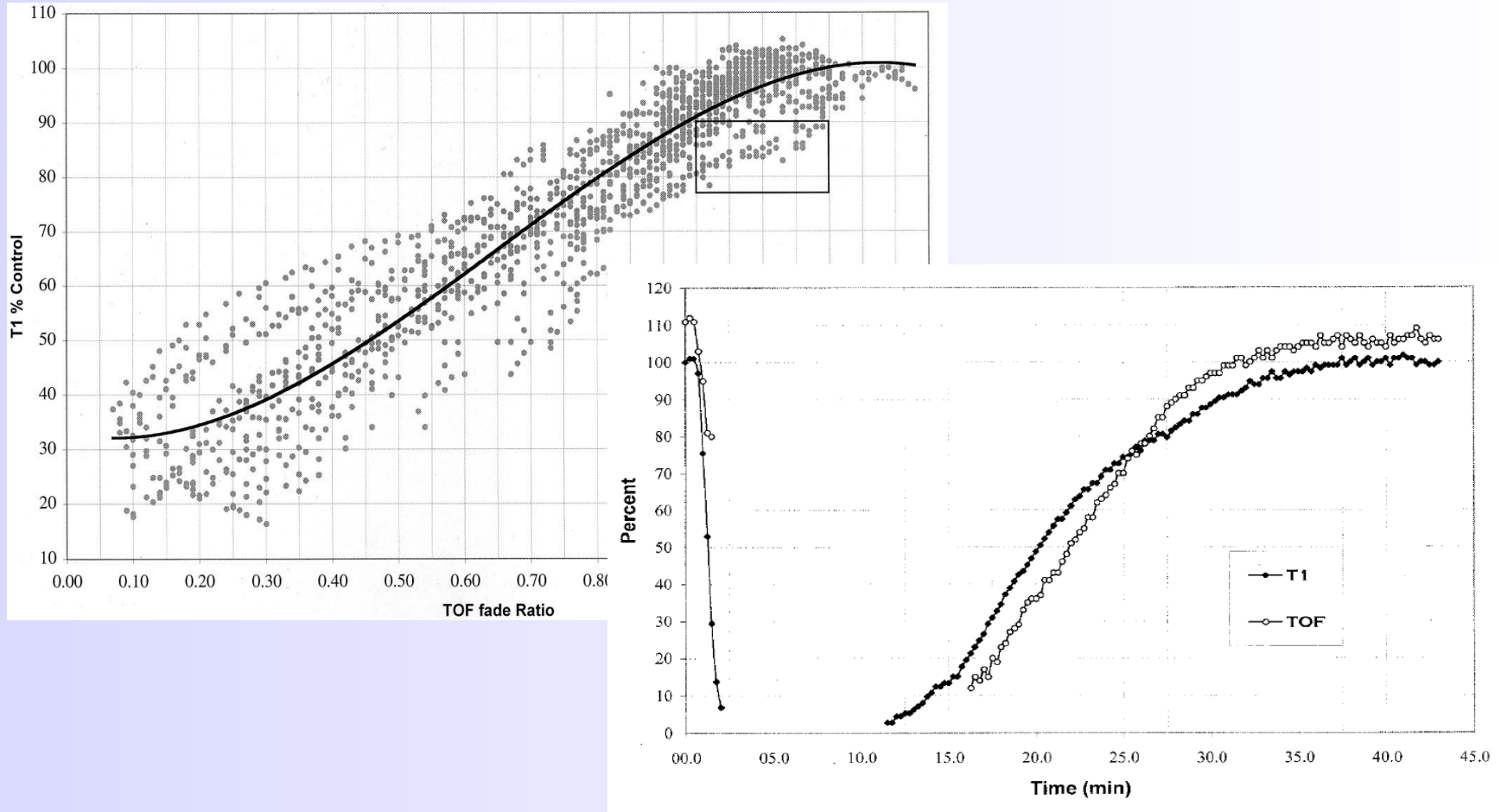
- **nejrozšířenější metoda**
- **nevyžaduje kalibraci**
- **4 impulzy**
  - 2 Hz (po 0,5 s)
  - stačí submaximální proud (20-30 mA)
  - počet vybavitelných záškubů
  - poměr  $T_4/T_1$  při vybavení všech 4 záškubů
- **nutnost akcelerometrie (EMG, ...)**
  - taktilní vyhonocení selhává už při  $T_4/T_1$  0,3-0,4

# Train of Four

- **dostatečné zotavení**
  - $T_4/T_1=0,9$  (akcelerografie)
- **omezení akceleromyografie**
  - kontrolní  $T_4/T_1=1,15$  (bez podání myorelaxace)
  - co znamená  $T_4/T_1=0,7$ ?
    - $0,7/1,15=0,61$
- **dekurarizaci lze podat při objevení se  $T_3$**



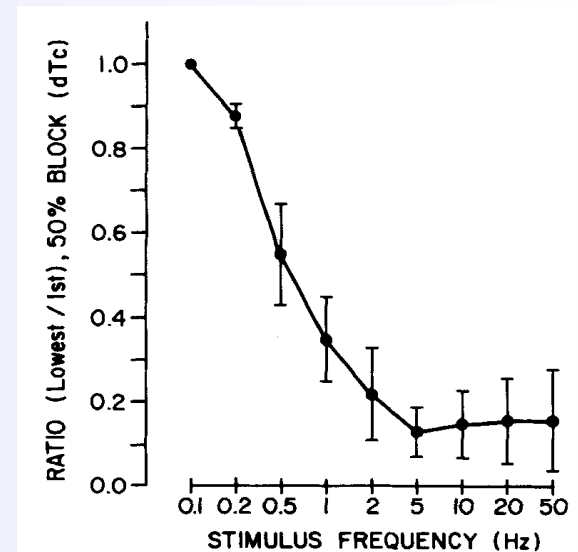
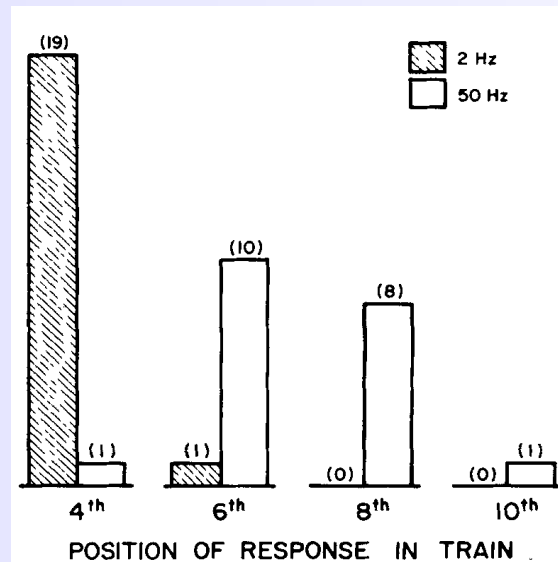
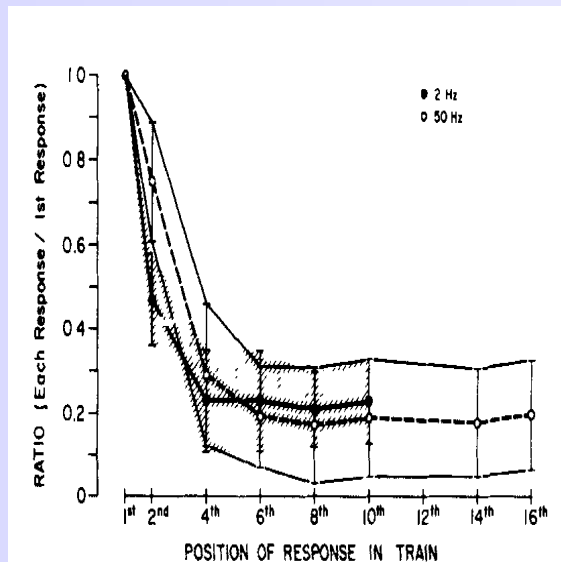
# Train of Four (vztah k single twitch)



Kopman, A.F., Klewicka, M.M., Neuman, G.G.: The Relationship between Acceleromyographic Train-of-four Fade and Single Twitch Depression, *Anesthesiology* 2002; 96:583–7

# Train of Four

- proč právě 4 a proč právě 2 Hz?



CHINGMUH, L., KATZ, R.L.: Fade of Neurally Evoked Compound Electromyogram During Neuromuscular Block by d-Tubocurarine, ANESTHESIA AND ANALGESIA VOL. 56, No. 2, MARCH-APRIL, 1977

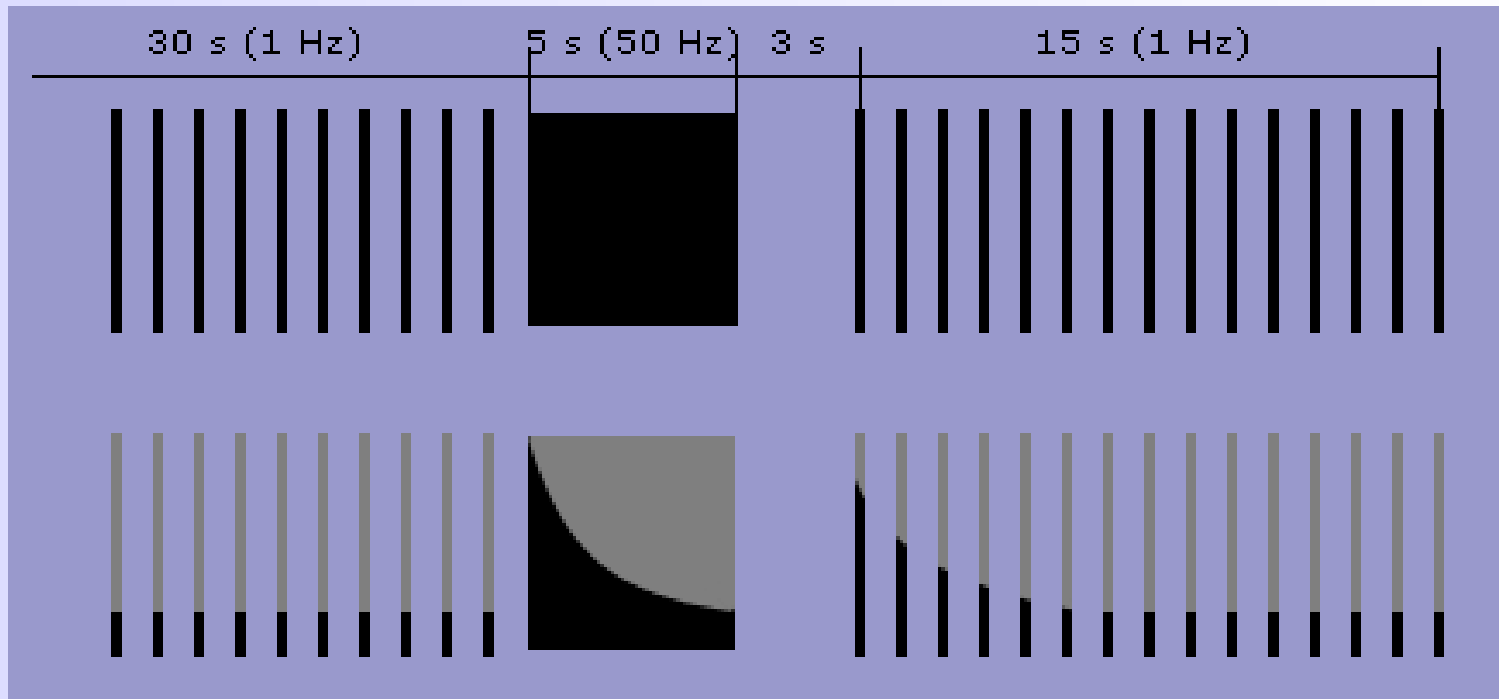


# Post Tetanic Count

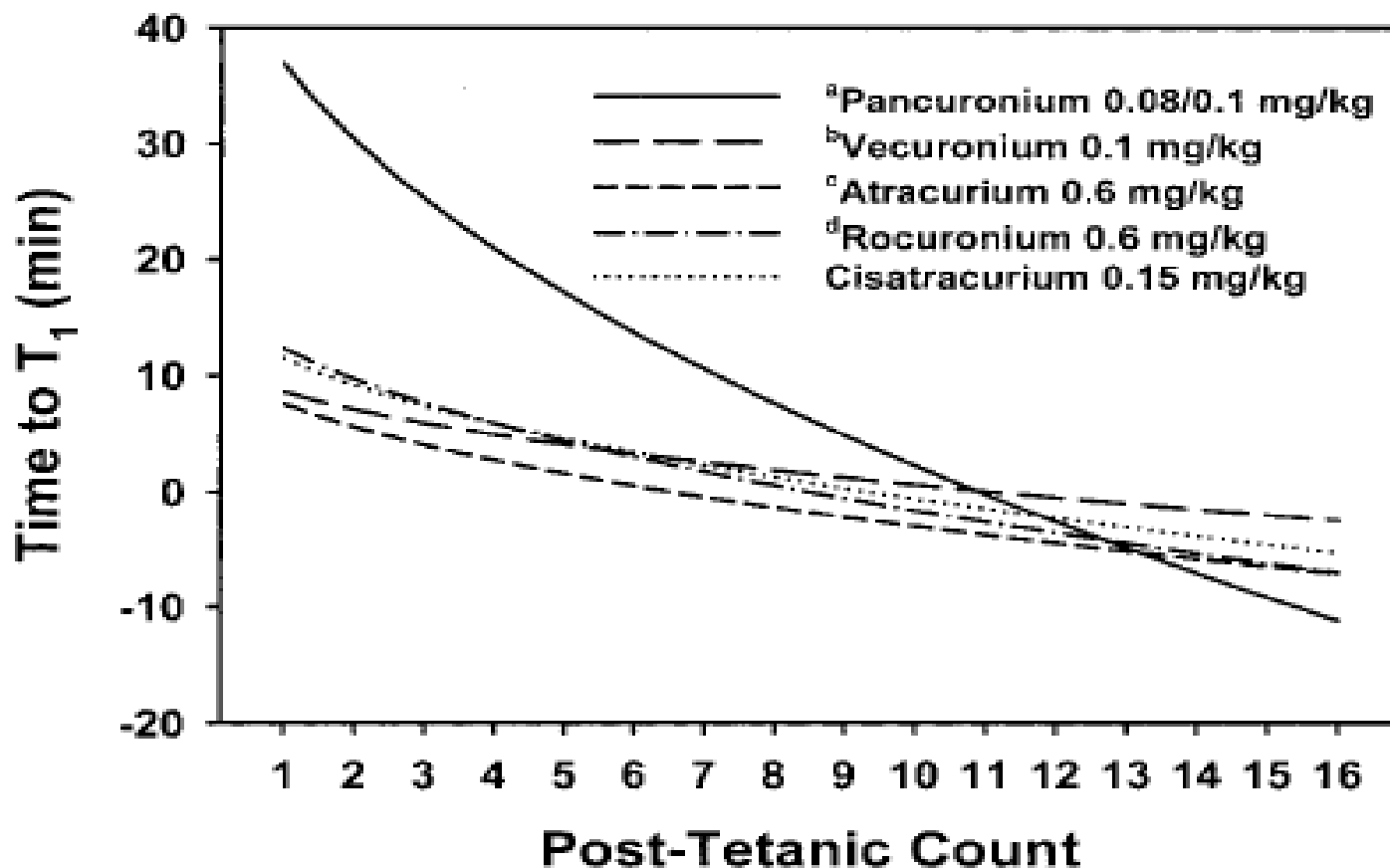
- **monitorace hlubokého bloku**
  - použitelná při  $T_1/T_c=0$
- **mírou relaxace je počet vybavitelných stimulů po tetanizaci**
- **příčinou facilitace je proud  $Ca^{2+}$** 
  - způsobí uvolnění vezikul s ACh  
(uvolnění vezikul ukotvených k cytoskeletu)

# Post Tetanic Count

1. 30 stimulů po 1 s (1 Hz)
2. 5 s tetanizace (50 Hz)
3. 3 s pauza
4. 15 stimulů po 1 s (1 Hz)



# Post Tetanic Count (PTC a ToF)



El-Orbany, M.I., Joseph, N.J., Salem, M.R.: The Relationship of Posttetanic Count and Train-of-Four Responses During Recovery from Intense Cisatracurium - Induced Neuromuscular Blockade, *Anesth Analg* 2003;97:80-4

# Indikace monitorace relaxace

- **nejlépe vždy** (iluzorní představa) 😊
- kontinuální podávání myorelaxace
- renální a jaterní dysfunkce
- onemocnění s poruchou nervosvalového přenosu
  - myastenia gravis
- anamnéza prodlouženého zotavení



**КОНЕЦ**