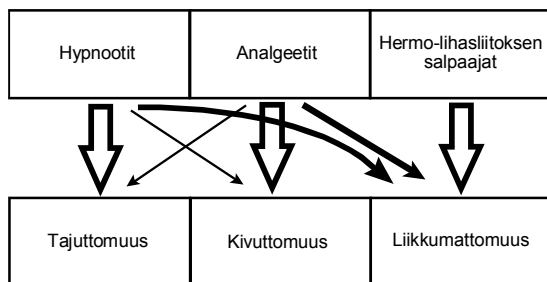


Miten käytän lihasrelaksantteja nukutetulla potilaalla?

- Tarvitseeko nukutettu potilas lihasrelaksanttia
- Lihasrelaksantin vaikutuksen valvonta
- Mitä relaksanttia
- Mikä on sopiva relaksaatiotaso
- Miten relaksanttia tulisi annostella
- Vaikutuksen kumoaminen

Yleisanestesian komponentit

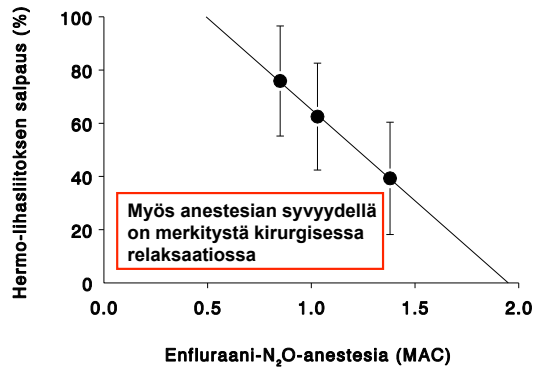


Miksi tarvitaan lihasrelaksantteja

- Intubaatio
- Liikkumattomuus
- Toimenpiteen vaatima lihasrelaksaatio
- (Tehohoidossa)

Hermostusliikkeen salpaus vs kirurginen relaksaatio

(Tammisto ja Olkkola 1995)



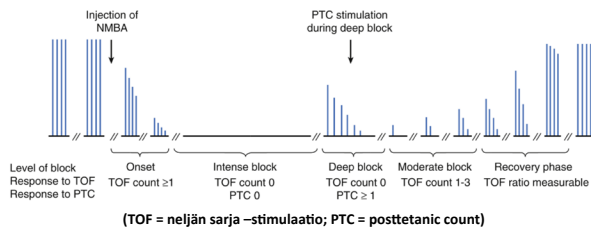
Lihassoiman mittaaminen NMT-monitorilla



Hermostusliikkeen salpauksen objektiivinen valvonta

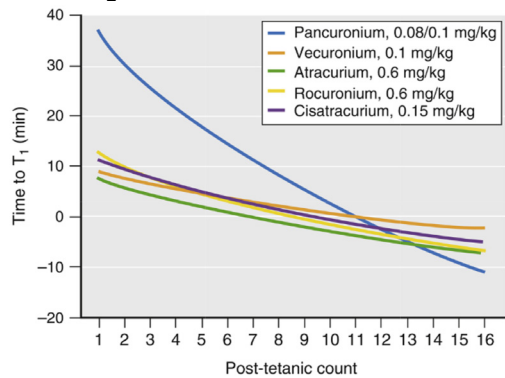
- Valvonnassa käytettävät stimulaatiomenetelmät:
 - Neljän sarja –stimulaatio = TOF (suosituin)
 - Tetaaninen stimulaatio ja posttetanic count = PTC (5 s ajan 50 Hz tetaaninen stimulaatio, 5 s kuluttua 1 s välein toistettuja yksittäisiä stimulaatioita)
 - Yksittäinen stimulus (single twitch)
- TOF-vaste ilmoitetaan joko TOF-suhteena (T_4/T_1) tai näkyvien supistusten lukumääränä
- TOF-suhteen oltava ≥ 0.9 , jotta lihasvoima toipunut riittävästi

Hermosto-lihasliitoksen salpauksen tasot



- Erittäin syvä relaksaatio: ei vastetta TOF- tai PTC-stimulaatiolle
- Syvä blokki: PTC:llä vasteita, TOF:lla ei vastetta
- Keskisyvä (moderate) blokki: TOF-vasteita näkyy

PTC vs T_1 :n ilmaantumiseen kuluva aika



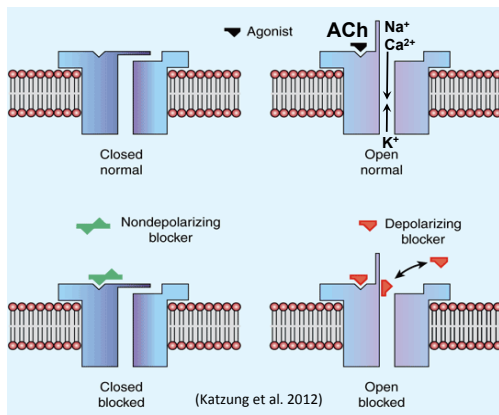
Perifeeriset lihasrelaksantit

- **Nondepolarisoivat**
 - Aminosteroidit: rokuroni, vekuroni, pankuroni
 - Bentsyyli-isokinoliinit: sisatrakuuri, mivakuuri
- **Depolarisoivat**
 - Suksametoni

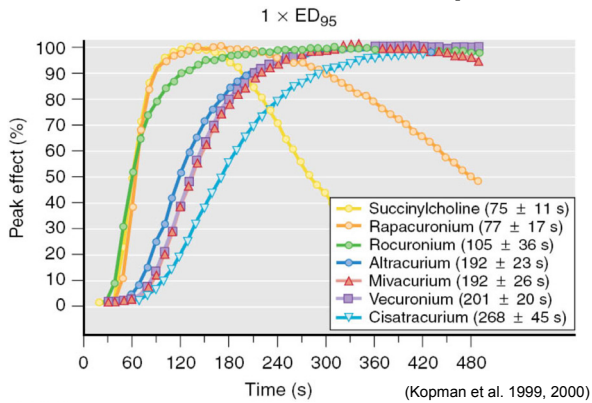
Ihanteellinen lihasrelaksantti

- Nondepolarisoiva
- Nopea vaikutuksen alku
- Eliminaatio ei riipu maksan tai munuaisten toiminnasta
- Ei aktiivisia metaboliitteja
- Ei haittavaikutuksia
- Vaikutus nopeasti kumottavissa

Lihaskrelaksanttien vaikutusmekanismi



Lihaskrelaksaation alkunopeus



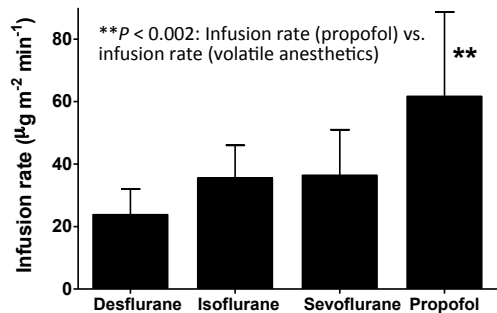
Lihasselaksanttien ominaisuuksia

Lääke	ED ₉₅ (mg/kg)	2 × ED ₉₅ :n E _{max} (min)	Vaikutuksen kesto (min)
Aminosteroidit			
Rokuroni	0.3	1.5	20-50
Bentsyyli-isokinoliinit			
Mivakuuri	0.08	3	10-20
Sisatrakuuri	0.05	5.2	20-50
Depolarisoivat lihasrelaksantit			
Suksametoni	0.3	1.4	< 10

Relaksanttien vaikutukset autonomiseen hermostoon ja histamiinin vapautumiseen

Lääke	Autonomiset gangliot	Sydän	Histamiini
Mivakuuri	0	0	+
Pankuroni	0	+	0
Rokuroni	0	0	0
Sisatrakuuri	0	0	0
Suksametoni	++	++	++

Anestesian vaikutus sisatrakuurin annostarpeeseen



Suksametonin kliininen käyttö

- Intubaatio
- Larynxspasmin hoito
- Luksaation reponoinnin vaatima relaksaatio

Pitäisikö meidän luopua suksametonin käytöstä pikainduktiossa?

- Onko muilla menetelmillä vähemmän haittavaikutuksia
- Ovatko muut menetelmät parempia

Suksametonin haittavaikutukset

- Faskikulaatiot, lihaskivut
- Verenkiertovaikutukset
- Hyperkalemia
- Intragastriksen sekä silmän- ja kallonsisäisen paineen lisääntyminen
- Pitkittänyt vaikutus
 - Faasi 1 → faasi 2
 - Geneettiset poikkeavuudet
- Maligni hypertermia
- Allergiset reaktiot

Intubaatio-olosuhteiden meta-analyysi

- **Kumpi on parempi, suksametoni vai rokuroni**
 - Kaiken tutkimusaineiston perusteella suksametoni selvästi parempi kuin rokuroni RR 0.86 (95% CI 0.81 to 0.92; n = 2192)
 - Ei eroa, kun rokuronin annos ≥ 0.9 mg/kg

Vaikutuksen alkamisajan (onset time) variaatiokerroin (%)

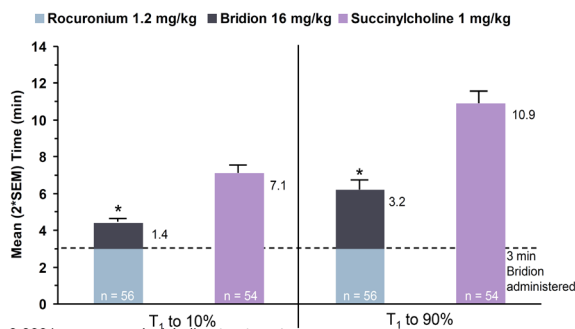
Lääke	Vastasyntyneet	Lapset
Rokuroni	63.6	53.8
Suksametoni	36.4	22.2

Intubaatioannos = 2-3 × ED95

- Jos käytetään rokuronia, intubaatioannos 4 × ED95

(Cook 2000)

Syvän blokin välitön kumoaminen



*P < 0.0001 versus succinylcholine treatment group; results based on intent-to-treat population. SEM, standard error of mean.

Data from Spectrum trial.

Mikä on sopiva relaksaatiotaso?

Helpottaako syvä relaksaatio laparoskopiaa

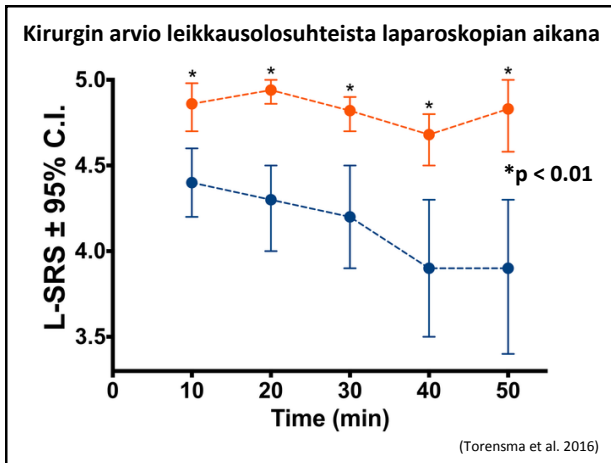
- 100 potilasta
- Laparoskooppinen gastric bypass -leikkaus
- TIVA-anestesia: propofoli-remifentaniili-rokuroni
- Ryhmä 1: TOF 1-2
- Ryhmä 2: Rokuroni TOF 0, PTC 2-3
- Sugammadeksi

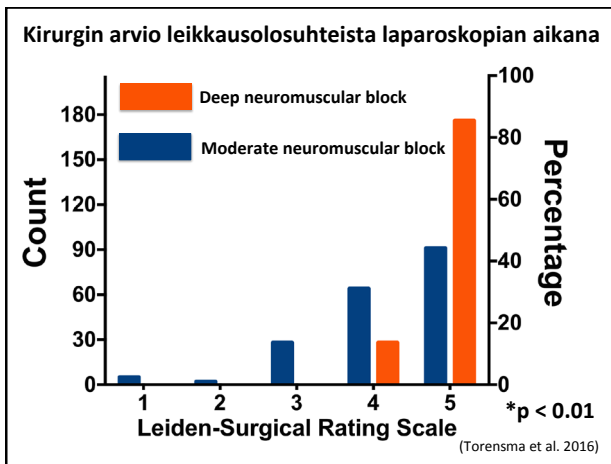
(Torensma et al. 2016)

Leiden surgical rating scale

1. Extremely poor conditions
2. Poor conditions
3. Acceptable conditions
4. Good conditions
5. Optimal conditions

(Torensma et al. 2016)





Postoperatiivinen kipu

Postanaesthesia care unit			
Pain score (NRS)	4.4 [4.2–4.9]	3.9 [3.6–4.4]	p = 0.03
IV Morphine PCA 1 mg	4 (0–8)	3 (0–10)	
Piritramide (mg)	24 (10–25)	20 (10–25)	

A composite score of pain and opioid use in the PACU favoured deep NMB (p = 0.001)

On the ward			
Superficial wound pain score (NRS)	1.9 [1.7–2.1]	1.6 [1.4–1.8]	NS
Deep wound pain (NRS)	2.3 [2.0–2.6]	1.8 [1.5–2.1]	NS
Referral shoulder pain (NRS)	1.8 [1.5–2.1]	1.3 [1.1–1.5]	p = 0.03

(Torensma et al. 2016)

Is deep neuromuscular block beneficial in laparoscopic surgery? No, probably not

Aaron F. Kopman¹ and Mohamed Naguib²

¹New York City, NY, USA

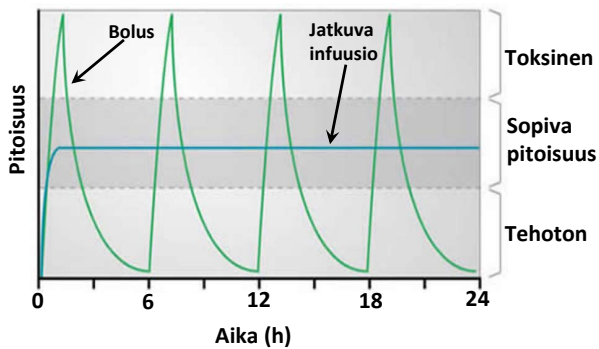
²Department of General Anesthesiology, Cleveland Clinic, Cleveland, OH, USA

Conclusion: There is not enough good evidence available to justify the routine use of deep neuromuscular block for laparoscopic surgery and the associated expense of high-dose sugammadex.

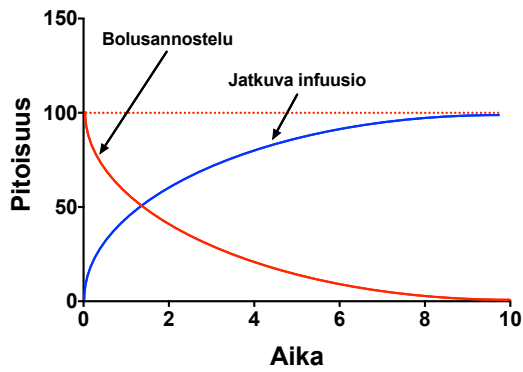
Acta Anaesthesiologica Scandinavica 60 (2016) 717–722

Miten relaksanttia tulisi annostella

Lääkeainepitoisuudet bolusten ja infuusion yhteydessä



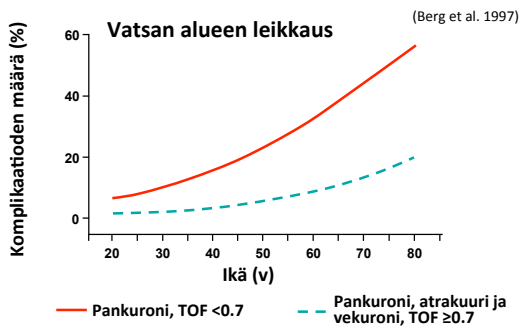
Pitäisikö relaksantti antaa boluksena vai jatkuvana infuusiona



Pitäisikö relaksantti antaa boluksena vai jatkuvana infuusiona

- Intubaatioon $2-4 \times ED_{95}$
- Jatkoannokset vasteen mukaan
- Henkilökohtaisten mieltymysten mukaan jatkoannokset boluksina tai jatkuvana infuusiona

län ja hermo-lihasliitoksen salpauksen toipumisasteen vaikutus postoperatiivisiin komplikaatioihin



Jälkirelaksaatioon liittyviä haittoja ja riskejä

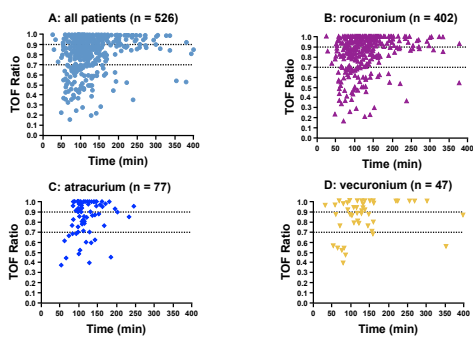
Post-operatiivinen keuhkokomplikaatoriski lisääntynyt

- Nielun hallinta huononee
 - Yskiminen vaikeutuu, refluksi- ja aspiraatoriski lisääntyy, pneumonioiden riski lisääntyy
- Hypoksemia, hyperkapnia
 - Ventilatorinen vaste hypoksemialle alentunut
- Puhevaikeus ja näköongelmat, pelko ja ahdistus
- Mahdollinen tarve re-intubaatioon ja toipumisen viivästyminen

Berg H et al. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1997;41:1095-1103
Bissinger U et al. *Physiol Res.* 2000;49:455-462
Eikermann M et al. *Anesth Analg.* 2006;102:937-942
Murphy GS. *Minerva Anesthesiol.* 2006;72:97-109

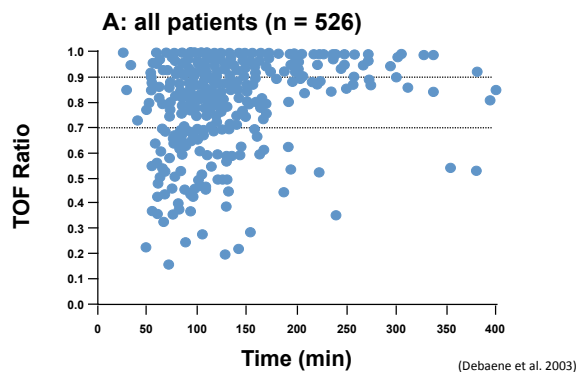
Jälkirelaksaatio intubaatioannoksen ($2 \times ED_{95}$) jälkeen

Hermostusliikkeen salpauksen annettiin toipua spontaanisti

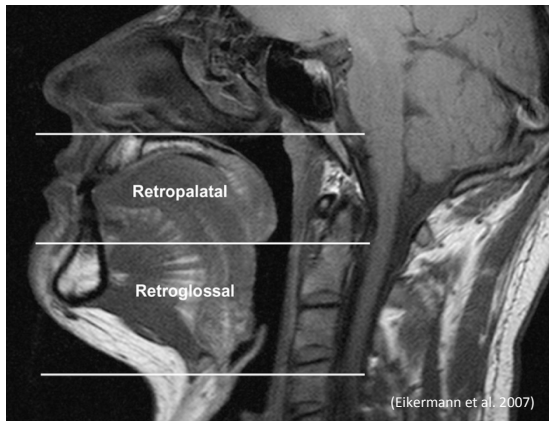


Jälkirelaksaatio intubaatioannoksen jälkeen

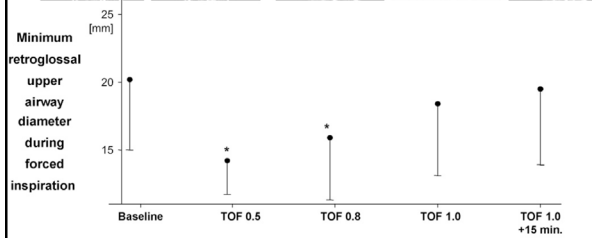
Hermostusliikkeen salpauksen annettiin toipua spontaanisti



Hermo-lihasliitoksen salpauksen vaikutus hengitysteihin



Hermo-lihasliitoksen salpauksen vaikutus hengitysteihin

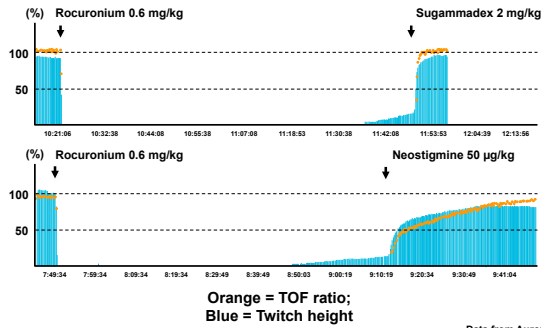


(Eikermann et al. 2007)

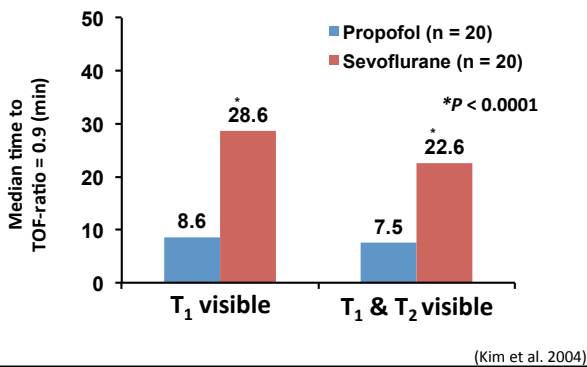
Lihassetonnan antagonistisuus

- Mivakuuri ja sisatrakuuri (bentsyyliisokinoliineja)
 - Neostigmiini + glykopyrrolaatti
- Rokuroni ja vekuroni
 - Neostigmiini + glykopyrrolaatti
 - Sugammadeksi
- Suksametoni
 - Ei voida antagonistoida

More rapid recovery with sugammadex from T₂ following rocuronium 0.6 mg/kg



Anesteetilla on huomattava vaikutus neostigmiinin kykyyn kumota rocuronin aiheuttama relaksaatio



Nukutuksen loppuksi varmista hermo-lihasliitoksen salpauksen kumoutuminen

- Lihassoiman toipuminen tulee varmistaa aina neljän sarja (TOF) –stimulaatiolla ja objektiivisella vasteen mittauksella
- Hermo-lihasliitoksen salpausta ei tule antagonisoida antikoliiniesteraaseilla ennen kuin TOF-stimulaatiolla vähintään 2 tai mieluummin 3-4 supistusta on näkyvissä
- Antagonisoinnista voidaan luopua vain siinä tapauksessa, että TOF-suhde on objektiivisella menetelmällä arvioituna vähintään 0.90
