

Neuromuskuläres
Monitoring



Lukas Kirchmair

ANÄSTHESIE FORUM



ALPBACH

REPETITORIUM

Warum Relaxometrie



- Monitoring der intraoperativen Blockadetiefe
- Erfassung postoperativer Restblockaden
- Restblockaden:
 - Beeinträchtigung der FVC
 - Obstruktion des oberen Atemweges
 - Beeinträchtigung der pharyngealen Funktion
 - Beeinträchtigung der hypoxischen Atemantwort (nikotinerge Ach-Rezeptoren im Glomus caroticum)

Relaxometrie



- Qualitative (visuell, taktil) Beurteilung der neuromuskulären Erholung:
 - TOF
 - DBS
 - PTC
 - Tetanischer Reiz (50-100Hz Tetanus)
- Quantitative Beurteilung der neuromuskulären Erholung:
 - Akzeleromyographie (Bsp.: TOF-Watch)

Stimulation



- N. ulnaris → M. adductor pollicis
- N. facialis → M. orbicularis oculi

- Klebe-Elektroden, Nadel-Elektroden

TOF: die Standardstimulation



- 4 supramaximale Einzelreize in 1.5s, Frequenz 2Hz
- Impulsdauer 0.2ms, Pulsabstand 500ms
- Visuelle/ taktile Beurteilung der Einzelreize (fading)
- Überwachung der NMB bei NDMR
- Unterscheidung eines Depolarisationsblockes von einem Nichtdepolarisationsblock (Succinylcholin)
- ab einer TOF-ratio von 0,4 bis 0,5 werden alle vier Einzelreize als gleichstark wahrgenommen

DBS (double burst stimulation)



- Je zwei „Salven“ von $2 \times 3 = \text{DBS}_{3,3}$ oder $1 \times 3 + 1 \times 2 = \text{DBS}_{3,2}$ Einzelreizen
- Impulsdauer 0.2ms, Frequenz 50Hz, Intervall 750ms
- bei visueller/ taktiler Beurteilung einer Restblockade >TOF-ratio 0,4 sensitiver zur Feststellung einer Restblockade (aussagekräftig bis TOF-ratio 0,6)

PTC (post tetanic count)



- 50Hz Tetanus über 5s, Intervall von 3s, 10-15 Einzelreize mit 1Hz
- Der Tetanus führt zu vermehrter Ach-Freisetzung
- ACh>NDMR
- Muskelkontraktionen detektiert noch bevor die erste TOF-Antwort auftritt
- Erfassung tiefer neuromuskulärer Blockaden
- Anzahl der PTC's korreliert mit der Zeit bis zum Auftreten der ersten TOF-Antwort

Tetanischer Reiz



- Stimulation mit 50(-100Hz), Dauer 5s
- eine sichtbare Muskelkontraktion (bereits ab 5Hz)
- Bei Vorliegen einer Restblockade mit einem NDMR (auch bei Nichtdepolarisationsblock) deutliche Ermüdungsreaktion (fading)
- Muskelantwort über 5s ohne Ermüdung wenn mindestens 40% der Ach-Rezeptoren unbesetzt sind
- Durchführung maximal alle 5-10 Minuten
- schmerzhaft

Akzeleromyographie



- Registrierung der Beschleunigungsbewegung des Daumens ($F = m \cdot a$; 2. Newton-Gesetz)
- piezoelektrischer Mechanosensor
- Spannungsänderung proportional zur Beschleunigung
- Erfassung von Muskelantworten auf Einzelreize, TOF, PTC
- Kalibrierung vor Gabe eines MR kontroversiell diskutiert (Abweichungen bis 20% postuliert)

Klinische Bedeutung der TOF-ratio



- TOF-ratio 0,5: signifikante Beeinträchtigungen der FVC, der pharyngealen Fkt., oberer Atemweg und hypoxische Atemantwort
- TOF-ratio 0,8: Dysfunktion des oberen Atemweges, Aspirationsrisiko?
- TOF-ratio 1,0: geringgradige Beeinträchtigung der pharyngealen Fkt. und des oberen Atemweges, klinisch wenig relevant.