

Gäller för: Verksamhet AnOplva neonatal barn
Innehållsansvar: Johan Holmén, (johho3), Sektionschef
Granskad av: Johan Holmén, (johho3), Sektionschef
Godkänd av: Angela Hanson, (angha), Verksamhetschef

Giltig från: 2026-03-04

Giltig till: 2028-02-26

Muskelrelaxantia och reversering - användning på DSBS

Förändringar sedan föregående version
Neostigmin utgår ur rutinanvändning, till förmån för sugammadex.

Innehåll

Muskelrelaxantia och reversering - användning på DSBS	1
Förändringar sedan föregående version	1
Bakgrund och syfte	1
Muskelrelaxation	2
Reversering och monitorering.....	4
Kunskapsöversikt	7
Arbetsgrupp	7
Källförteckning	8

Bakgrund och syfte

Att beskriva den kliniska användningen av muskelrelaxantia och ev.
reversering på op 1/2 Barn.

Muskelrelaxation

Operation 1 barn disponerar tre relaxerande läkemedel: rocuronium, atracurium och suxametonium.

Rocuronium (Esmeron®)

- Rutinmässigt förstahandspreparat på op 1 och op 2.
- Snabbare anslag, en kortare duration och ett lägre pris än atracurium.
- Rocuronium elimineras till ca 50% via njuren och effektdurationen kan bli förlängd och svår att förutsäga vid allvarligare njursvikt.
- För både nyfödda, äldre barn och vuxna är den rekommenderade dosen rocuronium vid rutinanestesi 0,5 mg/kg som intubationsdos. Durationen av en dos rocuronium är längre hos nyfödda och spädbarn än hos äldre barn.
- Hos vuxna har dosen 1 mg/kg visat sig ge optimala intubationsförhållanden efter 60 sek och det är rimligt att anta att denna högre dos ger goda intubationsförhållanden snabbare även hos barn. Vid förhöjd aspirationsrisk och modifierad RSI (rapid sequence induction) rekommenderas därför dosen 1 mg/kg även till barn.
- Vanlig påfyllnadsdos under kirurgi är 0,1-0,2 mg/kg.

Atracurium (Tracrium®)

- Förstahandsmedel vid njur- och vid leversvikt eftersom eliminationen av atracurium är väsentligen oberoende av njur- och leverfunktion.
- Till barn <4 veckor använder vi atracurium i första hand. Vi och många andra pediatriiska enheter, har lång och god erfarenhet av atracurium till nyfödda barn. På så sätt omsätts också enhetens lager av atracurium.
- Rekommenderad dos atracurium för intubation är 0,5 mg/kg.

- Om man behöver relaxera patient som reverserats med sugammadex, fungerar det bra med atracurium.

Suxametonium (Celocurin®)

- Används med försiktighet pga risken för flera allvarliga biverkningar; bradyarytmi, kaliumfrisättning, rhabdomyolys och utlösare av malign hypertermi. Hjärtstillestånd utlöst av hyperkalemi efter suxametoniuminjektion är en ökad komplikation vid myopati och framförallt pojkar med Duchennes muskeldystrofi.
- Suxametonium har ett snabbt anslag och en kort duration.
- Vid behov av urakut relaxation när venväg saknas (livshotande laryngospasm vid maskinduktion), kan suxametonium ges intramuskulärt i dosen 4 mg/kg.

Ytterligare metoder:

- Opiater kan användas istället för relaxantia, tex vid neuromuskulär sjukdom eller vid mycket korta ingrepp.
- För intubation utan relaxantia används i första hand alfentanil 10–30 µg/kg.
- Ett alternativ till ovanstående är remifentanil 2-4 µg/kg.
- Vid korta ingrepp är lågdos rocuronium 0,3 mg/kg för intubation ibland användbart. Effekten av rocuronium inträder långsammare ju mindre dosen är. Optimala intubationsförhållanden efter given dos rocuronium 0,3 mg/kg fås efter 90-120 sek. Inom 30 min från given dos 0,3 mg/kg har nästan alla barn återfått fullgod muskelkraft för egenandning.

Bäst för patienten är alltid att inte ge fler eller större doser relaxantia än vad intubation och operation kräver.

Reversering och monitorering

Ibland behöver vi relaxera med upprepade doser och/eller sent i förloppet och det finns då risk för kvarstående neuromuskulär blockad efter avslutad kirurgi.

Hos patient som återfått full spontanandning, och där det passerat en längre tid (ca 2 tim) efter enstaka dos rocuronium, kan man ofta avstå reversering. Vid minsta tveksamhet kring ev kvarvarande effekt av rocuronium, eller upprepade doser, så används TOF (train of four)-mätare. Denna mäter graden av muskelrelaxation genom att registrera hur tummen rör sig vid nervstimulering. Efter fyra korta strömstötar mot perifer nerv i handleden mäts den muskulära responsen via tummens rörelser. Med tilltagande muskelrelaxation försvinner först den fjärde rörelsen i tummen, följt av den tredje, andra och sist den första. TOF-count (TOFC) definieras som antalet detekterbara rörelser efter fyra nervstimuleringar.

Vid fyra tumrörelser som svar på fyra nervstimuleringar, kan man mäta s.k TOF-rate (TOFR). Genom att dividera amplituden i den fjärde och sista tumrörelsen med första tumrörelsens amplitud får man en procentsats: TOFR.

Om TOF-mätningen inte ger någon tumrörelse alls är patienten djupare relaxerad. Hur djupt kan skattas genom mät-läget PTC, Post Tetanic Count. Då överstimuleras muskeln några sekunder med hög frekvens som inte ger tumrörelser, och övergår sedan automatiskt till långsammare strömstötar som ger tumrörelser.

För korrekta mätningar är det viktigt att tummen kan röra sig fritt under mätningen.

Monitorering med TOF är särskilt angeläget i följande situationer:

- Barn som fått upprepade doser muskelrelaxantia. (tex robot-kirurgi)
- Relaxantia har använts till barn med neuromuskulär sjukdom
- Patienter med risk för långsam nedbrytning av relaxantia (tex nyfödda, hypotermi, njur- eller leversvikt)
- Inför ev reversering med sugammadex

Sugammadex

Sugammadex är ett läkemedel som reverserar neuromuskulär blockad inducerad med rocuronium eller vecuronium. Sugammadex har ingen reverserande effekt på blockad inducerad med atracurium (Tracrium ®) eller suxametonium (Celocurin ®). Även vid reversering gäller principen att minsta effektiva dos är det bästa för barnet.

En dos sugammadex på 4 mg/kg kroppsvikt rekommenderas för reversering efter blockad med rocuronium om återhämtning åtminstone har nått 1 stapel på TOF (TOFC 1).

En dos på 2 mg/kg kroppsvikt rekommenderas för reversering efter blockad med rocuronium vid återkomsten av två staplar på TOF (TOFC2).

Vid behov av urakut reversering av nyligen administrerad intubationsdos rocuronium, används dosen sugammadex 16 mg/kg.

Nedanstående tabell skall ses som doseringsförslag, då många faktorer påverkar både kvalitén på TOF-mätningen och barnets förmåga att återta muskelkraft:

TOFR	>90 %	Avstå reversering, överväg extubation
TOFR	40-90 %	Avvakta alternativt sugammadex 2 mg/kg
TOFR	0-40 %	Sugammadex 2 mg/kg
TOFC	2-4	Sugammadex 2 mg/kg
TOFC	0-1	Överväg sugammadex 4 mg/kg alt avvakta extub.

Vid mycket stark misstanke på anafylaktisk reaktion på rocuronium skall sugammadex ges som antidot. Doseringsförslag är upprepade doser om 4 mg/kg.

Sugammadex 100 mg/ml kan spädas (med NaCl) till 10 mg/ml för att öka exaktheten i doseringen.

All administration av sugammadex skall ske på ordination av ansvarig narkosläkare. Sugammadex är godkänt för användning på barn > 2 års ålder men erfarenhet av användning även hos barn < 2 års ålder finns (se rubrik "Kunskapsöversikt"). Efter reversering med sugammadex finns en risk för rebound-effekt av tidigare given relaxantia.

Muskelsvagheten kan alltså återkomma när sugammadex-effekten avtar och relaxantia fortfarande är verksamt. Man behöver då upprepa doseringen av sugammadex. Det här fenomenet är åldersberoende och drabbar framför allt de minsta. Risken ökar med den dos rocuronium som givits.

Sugammadex rekommenderas inte för användning hos patienter med kraftigt nedsatt njurfunktion, inkluderande de som kräver dialys.

Neostigmin

Vid tex njursvikt kan effekten av icke-depolariserande muskelrelaxantia reverseras med neostigmin. Neostigmin kan ge allvarlig bradykardi och bronkkonstriktion. För att motverka detta ger man samtidigt atropin alternativt glukopyrronium (Robinul®). Vi har också ett kombinationspreparat innehållande glukopyrronium och neostigmin (Robinul-Neostigmin®). Neostigmin som ges i frånvaro av neuromuskulär blockad kan orsaka paradoxal muskelrelaxation. Detta är orsaken till att man avstår neostigmin vid TOFR > 90%. Vid TOFR 40-90 % rekommenderas dosen Neostigmin 20 µg /kg. Vid TOFR 0-40% eller TOFC 4 så rekommenderas dosen Neostigmin 40 µg /kg. Vid TOFC <4 så är rekommendationen att invänta TOFC 4 innan neostigmin används.

Kunskapsöversikt

Rocuronium i reducerad dos har visats ge goda intubationsförhållanden (1-4). Dosen 0,3 mg/kg till ett väl sövt barn ger normalt goda intubationsförhållanden (2, 3). Det finns god evidens för att rocuronium har ett snabbare anslag och kortare duration än atracurium(5, 6).

Nyfödda och små barn är känsligare för rocuronium än äldre barn. Durationen av rocuronium är också betydligt längre hos nyfödda och små barn än hos äldre barn (7).

Anafylaktisk reaktion på rocuronium är mycket ovanligt men finns beskrivet (8). Det finns fallbeskrivningar som indikerar att sugammadex är effektiv behandling av rocuronium-utlöst anafylaxi (9, 10).

Suxametonium används mycket sparsamt på vår enhet till följd av risken för mycket allvarliga biverkningar. I början av 90-talet rapporterades 25 fall av hjärtstillestånd hos barn där odiagnosticerad myopati kunde identifieras hos en stor andel(11).

Sugammadex är godkänt från 2 års ålder och det finns ett växande antal rapporter om säker användning även för barn < 2 års ålder (12-16). Det finns fallbeskrivningar som rapporterar allvarlig bradykardi efter administration av sugammadex till friska barn (17).

Vid hög dos rocuronium finns risk för recurarisering efter att man gett sugammadex. Detta gäller sannolikt barn < 2 år (18). Högdos sugammadex (16 mg/kg) rekommenderas endast för urakut reversering omedelbart (minutrar) efter given relaxantia (19) .

Arbetsgrupp

Johan Holmén, Waltraud Bruchelt, Till Rudolph, Lars-Erik Berg och Christian Bergek

Källförteckning

1. Bartolek D, Lajtman Z, Zdravčević-Šakić K, Jakobović J, Bartolek F, Cavrić G. The optimal pediatric induction dose of propofol in combination with reduced-dose rocuronium and alfentanil for day-case tonsillectomy in children. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2007;71(12):1873-81.
2. Eikermann M, Renzing-Köhler K, Peters J. Probability of acceptable intubation conditions with low dose rocuronium during light sevoflurane anaesthesia in children. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2001;45(8):1036-41.
3. Öztekin Sn, Hepağuşlar H, Kilercik H, Kar A Af, Boyaci Fg, Elar Zd. Low doses of rocuronium during remifentanil-propofol-based anesthesia in children: comparison of intubating conditions. *Pediatric anesthesia*. 2004;14(8):636-41.
4. Siddik-Sayyid SM, Taha SK, Kanazi GE, Chehade J-MA, Zbeidy RA, Al Alami AA, et al. Excellent intubating conditions with remifentanil-propofol and either low-dose rocuronium or succinylcholine. *Canadian journal of anesthesia*. 2009;56(7):483-8.
5. Bansal S, Rao MMP, Rao MMP. Intubating Conditions and Efficacy of Rocuronium versus Atracurium in Paediatric Patients undergoing Elective Surgeries under General Anaesthesia: A Randomised Clinical Trial. *Journal of clinical and diagnostic research*. 2023;17(1):UC36-UC40.
6. Elbradie S. Neuromuscular efficacy and histamine-release hemodynamic changes produced by rocuronium versus atracurium: a comparative study. *Journal of the Egyptian National Cancer Institute*. 2004;16(2):107-13.
7. Tirotta C, Brandom B, Siddiqi M. Time course of rocuronium-induced neuromuscular blockade in pediatric patients: a phase III, randomized, dose-response study. *J Anesthe Clinic Res*. 2012;3:189.
8. Dyess NF, Albertz ML, Murphy ME, Kinsella JP. Severe Bronchoconstriction Caused by Administration of Rocuronium in a 3-

Month-Old Infant: Case Report. *The Journal of Pediatrics*.

2021;228:297-300.

9. Suggamadex: Anaphylaxis: case report. *Reactions weekly*.

2021;1863(1):307-.

10. Kawano T, Tamura T, Hamaguchi M, Yatabe T, Yamashita K, Yokoyama M. Successful management of rocuronium-induced anaphylactic reactions with sugammadex: a case report. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2012;24(1):62-4.

11. Larach MG, Rosenberg H, Gronert GA, Allen GC. Hyperkalemic cardiac arrest during anesthesia in infants and children with occult myopathies. *Clin Pediatr (Phila)*. 1997;36(1):9-16.

12. Franz AM, Chiem J, Martin LD, Rampersad S, Phillips J, Grigg EB. Case series of 331 cases of sugammadex compared to neostigmine in patients under 2 years of age. *Pediatric Anesthesia*. 2019;29(6):591-6.

13. Cates AC, Freundlich RE, Clifton JC, Lorinc AN. Analysis of the factors contributing to residual weakness after sugammadex administration in pediatric patients under 2 years of age. *Paediatric anaesthesia*. 2024;34(1):28-34.

14. Matsui M, Konishi J, Suzuki T, Sekijima C, Miyazawa N, Yamamoto S. Reversibility of Rocuronium-Induced Deep Neuromuscular Block with Sugammadex in Infants and Children—A Randomized Study. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 2019;42(10):1637-40.

15. Plaud B, Meretoja O, Hofmockel R, Raft J, Stoddart PA, van Kuijk JHM, et al. Reversal of Rocuronium-induced Neuromuscular Blockade with Sugammadex in Pediatric and Adult Surgical Patients. *ANESTHESIOLOGY*. 2009;110(2):284-94.

16. Mensah-Osman E, Mukai Y, Wang A, Matuszczak M, Saldien V, Leibensperger H, et al. Sugammadex for Reversal of Neuromuscular Blockade in Neonates and Infants Less than 2 Years Old: Results from

a Phase IV Randomized Clinical Trial. *Anesthesiology*.

2025;143(2):300-12.

17. Carvalho EVG, Caldas SMC, Costa DFPPMd, Gomes CMGP.

Bradycardia in a pediatric population after sugammadex

administration: case series. *Brazilian Journal of Anesthesiology*

(English Edition). 2023;73(1):101-3.

18. Salaün J-P, Décary E, Veyckemans F. Recurarisation after

sugammadex in children: review of case reports and

recommendations. *British journal of anaesthesia*. 2024;132(2):410-4.

19. Ravindranath S, Backfish-White K, Wolfe J, Ranganath YS.

Sugammadex for Neuromuscular Blockade Reversal: A Narrative

Review. *J Clin Med*. 2025;14(12).

Information om handlingen

Handlingstyp: Rutin

Gäller för: Verksamhet AnOpIva neonatal barn

Innehållsansvar: Johan Holmén, (johho3), Sektionschef

Granskad av: Johan Holmén, (johho3), Sektionschef

Godkänd av: Angela Hanson, (angha), Verksamhetschef

Dokument-ID: SU9805-1593997-3632

Version: 1.0

Giltig från: 2026-03-04

Giltig till: 2028-02-26