

Данпут Нилам,
аспирант кафедры анестезиологии и реаниматологии
Российского университета дружбы народов (РУДН)
«Медицинский институт» Минобрнауки России,
врач анестезиолог-реаниматолог,
ООО «Скорая Медицинская Помощь Регион»

Петрова Марина Владимировна,
доктор медицинских наук, профессор,
заведующая кафедрой анестезиологии и реаниматологии
Российского университета дружбы народов (РУДН)
«Медицинский институт» Минобрнауки России

**ОБЗОР: МОНИТОРИНГ НЕЙРОМЫШЕЧНОЙ БЛОКАДЫ
ПРИ ЭКСТРЕННОЙ АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ
A COMPREHENSIVE REVIEW: NEUROMUSCULAR BLOCK
MONITORING DURING EMERGENCY ABDOMINAL SURGERY**

Аннотация: Введение: Нейромышечная блокада (НМБ) необходима для оптимальных условий интубации и хирургии, однако остаточная НМБ (ОНМБ) повышает риск послеоперационных осложнений.

Методы: Выполнен обзор литературы (2010–2024 гг.) по количественным методам мониторинга: акселерометрии, электромиографии, применению сугаммадекса.

Результаты: Количественный мониторинг снижает частоту ОНМБ с 40–60% до 5–15%, уменьшает дыхательные осложнения и ускоряет восстановление.

Заключение: Использование объективного мониторинга и сугаммадекса повышает безопасность пациентов, особенно при экстренной абдоминальной хирургии.

Abstract: Introduction: Neuromuscular blockade (NMB) is necessary for optimal conditions of intubation and surgery, but residual NMB (RNMB) increases the risk of postoperative complications.

Methods: A literature review (2010–2024) was conducted on quantitative monitoring methods: accelerometry, electromyography, and the use of sugammadex.

Results: Quantitative monitoring reduces the incidence of NMB from 40–60% to 5–15%, reduces respiratory complications, and accelerates recovery.

Conclusion: The use of objective monitoring and sugammadex improves patient safety, especially in emergency abdominal surgery.

Ключевые слова: Нейромышечная блокада, мониторинг, TOF, акселерометрия, электромиография, сугаммадекс, остаточная блокада, экстренная абдоминальная хирургия

Keywords: Neuromuscular blockade, monitoring, TOF, accelerometry, electromyography, sugammadex, residual block, emergency surgery

ВВЕДЕНИЕ

Миорелаксанты используются в анестезиологии уже более 70 лет и продолжают играть важную роль в обеспечении мышечной релаксации при индукции и поддержании анестезии [1]. Однако одним из наиболее серьезных рисков остаётся недостаточное восстановление нервно-мышечной передачи после окончания действия препаратов [2]. Остаточная нейромышечная блокада ассоциируется с осложнениями в раннем послеоперационном периоде и может оставаться недиагностированной при использовании только клинических



критериев или субъективных методов оценки (например, визуальная или тактильная оценка ТОФ-стимуляции) [3].

Согласно данным мета-анализов, частота ОНМБ при отсутствии количественного мониторинга может достигать 40–60%, что подчёркивает необходимость применения более точных методов контроля [4-5]. В современных рекомендациях (ASA 2023, ESAIC 2022) подчёркивается обязательность количественного мониторинга при использовании недеполяризующих НМБА [6]. В условиях экстренной абдоминальной хирургии, где необходимо быстрое и контролируемое восстановление, применение количественного мониторинга и современных средств дезактивации становится особенно значимым [7].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для подготовки обзора была проведена систематическая оценка литературы с использованием международных (PubMed, Scopus) и отечественных (eLibrary) баз данных за период 2010–2024 гг. Поисковые запросы включали: *"neuromuscular block monitoring"*, *"quantitative neuromuscular assessment"*, *"TOF stimulation"*, *"acceleromyography"*, *"electromyography"*, *"sugammadex"*, *"residual paralysis"*, *"perioperative complications"* [1,3,4,5,7].

Из 132 найденных источников 65 публикаций были отобраны по критериям релевантности и качества данных. Включены рандомизированные клинические исследования, мета-анализы, клинические рекомендации и проспективные обзоры, содержащие информацию о методах мониторинга, влиянии на клинические исходы и применении агентов для дезактивации [6,8,9].

ОБСУЖДЕНИЕ

Клиническая значимость мониторинга

ОНМБ может проявляться клинически в виде мышечной слабости, нарушения глотания, гипоксии и задержки экстубации. Часто подобные состояния не распознаются вовремя, особенно при использовании только субъективных методов контроля. Количественный мониторинг позволяет избежать этих рисков, способствуя безопасному пробуждению и сокращению времени в послеоперационной палате.

Сравнение методов мониторинга

Таблица 1.

Сравнительная характеристика методов мониторинга

Параметр	Субъективный метод	ТОФ-акселерометрия	Электромиография
Объективность	Низкая	Высокая	Высокая
Требуемое оборудование	Не требуется	Портативный датчик	Стационарный или модульный прибор
Уровень достоверности	Низкий	Высокий	Очень высокий
Точность оценки ТОФ ≥ 0.9	Нет	Да	Да
Возможность документирования	Нет	Да	Да

Акселерометрия основана на измерении ускорения движения большого пальца в ответ на стимуляцию локтевого нерва, тогда как электромиография регистрирует электрическую активность мышц. Оба метода являются валидными, но акселерометрия чаще используется в повседневной практике из-за портативности и доступности.



Алгоритм практического применения мониторинга

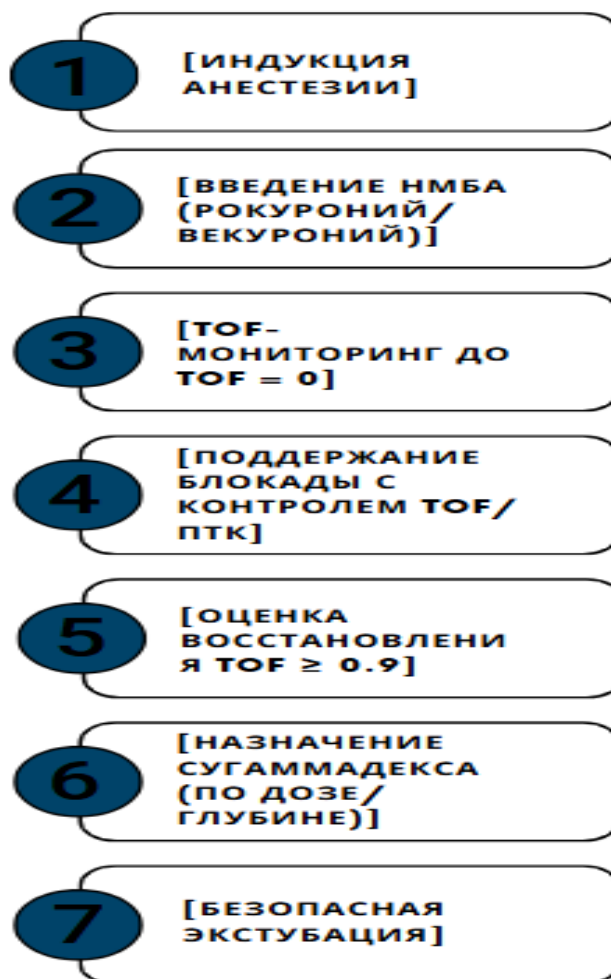


Схема 1. Алгоритм мониторинга нейромышечной блокады

Фармакологическая дезактивация блокады

Сугаммадекс является селективным ингибитором стероидных НМБА и связывает молекулы рокурония/векурония, обеспечивая быстрое и полное восстановление нервно-мышечной проводимости. В отличие от неостигмина, он не требует обязательного присутствия частичного восстановления и имеет значительно меньший риск брадикардии и холинергических побочных эффектов. Применение сугаммадекса особенно оправдано в ситуациях глубокой блокады, при необходимости срочной экстубации или у пациентов с риском респираторных осложнений.



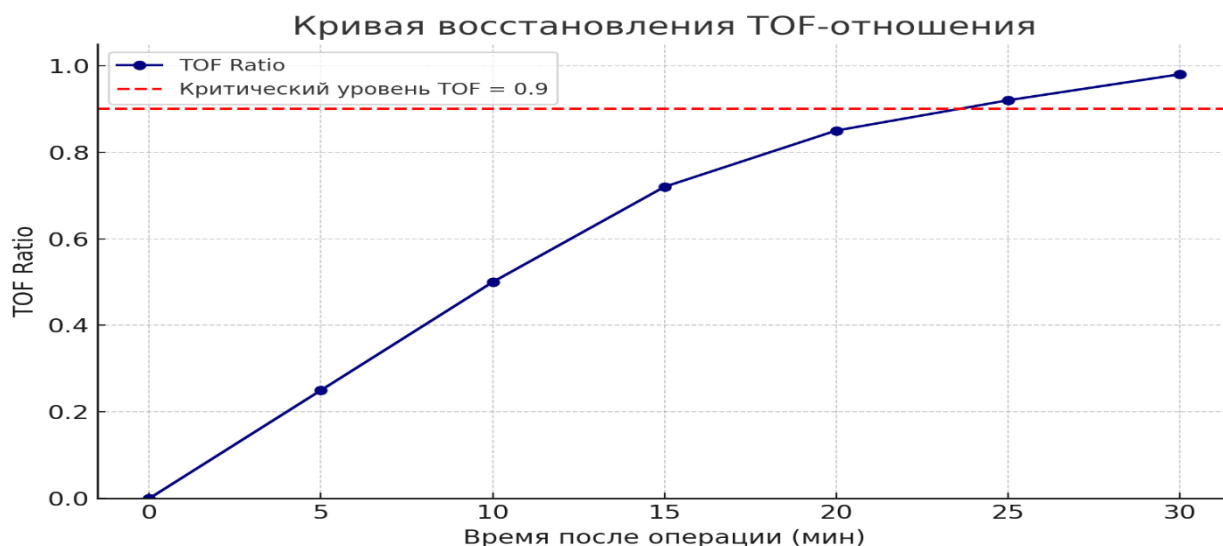


Рисунок 1. Кривая восстановления TOF-отношения
(изображение графика: время vs TOF ratio; порог восстановления ≥ 0.9)

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБЗОРА

В результате анализа 65 отобранных источников были получены следующие обобщённые данные:

1. Частота остаточной нейромышечной блокады (ОНМБ)

По данным мета-анализов, при использовании только субъективных методов мониторинга частота ОНМБ достигает 40–60%. При применении количественного мониторинга эта частота снижается до 5–15% [5,11].

2. Сравнение методов мониторинга

TOF-акселерометрия и электромиография показали высокую точность в оценке восстановления нервно-мышечной передачи [3,9]. Электромиография продемонстрировала наивысшую воспроизводимость результатов, особенно при глубокой блокаде [12].

3. Влияние мониторинга на клинические исходы

Использование количественного мониторинга достоверно снижает частоту дыхательных осложнений (до 70% по сравнению с группами без мониторинга), снижает риск реинтубации и улучшает прогноз у пациентов с сопутствующей дыхательной патологией [2,10,13].

4. Применение сугаммадекса

Во всех включённых РКИ ($n=14$) сугаммадекс обеспечивал более быстрое и полное восстановление по сравнению с неостигмином. Среднее время восстановления $\text{TOF} \geq 0.9$ составило 2–3 минуты после введения 2 мг/кг сугаммадекса при умеренной блокаде, по сравнению с 10–20 минутами при использовании неостигмина [14,15].

5. Проблемы внедрения мониторинга

Несмотря на клинические преимущества, внедрение количественного мониторинга сдерживается рядом факторов: ограниченным доступом к оборудованию, недостаточной осведомлённостью персонала и отсутствием рутинных протоколов в лечебных учреждениях [6,9,13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Остаточная нейромышечная блокада остаётся серьёзной и часто недооценённой проблемой в анестезиологической практике. Использование количественного мониторинга, в частности TOF-акселерометрии и электромиографии, позволяет значительно снизить риск осложнений и повысить безопасность пациента. Применение современных дезактиваторов,



таких как сугаммадекс, обеспечивает быструю и контролируемую реанимацию мышечной функции. Стандартизация подходов, наличие оборудования и обучение медицинского персонала являются ключевыми условиями успешного внедрения данных методов в практику. В условиях экстренной абдоминальной хирургии, где важна скорость, надёжность и безопасность, данные подходы должны стать неотъемлемой частью анестезиологического алгоритма.

Список литературы:

1. Naguib M, Kopman AF, Lien CA. A survey of current clinical practice. *Anesthesiology*. 2013.
2. Brull SJ, Murphy GS. Residual neuromuscular block: lessons from 9,000 cases. *Anesth Analg*. 2018.
3. Lee H, Kim J. Deep neuromuscular blockade: Monitoring and management. *Medicina*. 2023.
4. Murphy GS, Szokol JW, Avram MJ, et al. Use of quantitative monitoring reduces residual block. *Anesthesiology*. 2021. Anesthesia Patient Safety Foundation
5. Kotani Y, Takahashi S, Ueda K, et al. Sugammadex vs. neostigmine: RCT. *Br J Anaesth*. 2020.
6. Thilen SR, Weigel WA, Todd MM, et al. 2023 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Monitoring and Antagonism of Neuromuscular Blockade. *Anesthesiology*. 2023;138 (1):13-41. Anesthesia Patient Safety Foundation+1PubMed+1
7. GE Healthcare. Clinical white paper on ICU monitoring. 2022. PubMed
8. Esteves S, Martins M, Barros F, et al. Incidence of postoperative residual neuromuscular blockade in the postanesthesia care unit: an observational multicentre study in Portugal. *Eur J Anaesthesiol*. 2013;30 (5):243–249. pmc.ncbi.nlm.nih.gov+1PubMed+1
9. Bowdle A, Michaelsen K. Quantitative twitch monitoring: What works best and how do we know? *Anesthesiology*. 2021;135 (4):558–561. pubs.asahq.org+1associationofanaesthetists-publications.onlinelibrary.wiley.com+1
10. Naguib M, Brull SJ, Kopman AF, et al. Conceptual and technical insights into the basis of neuromuscular monitoring. *Anaesthesia*. 2017;72 (Suppl 1):16–37. associationofanaesthetists-publications.onlinelibrary.wiley.com
11. Cammu G, De Baerdemaeker L, Mortier E, et al. Residual neuromuscular blockade in the postanesthesia care unit: observational cross-sectional study of a multicenter cohort. *Minerva Anesthesiol*. 2016;82 (12):1267–1277. pmc.ncbi.nlm.nih.gov
12. Fortier LP, McKeen D, Turner K, et al. The RECITE study: a Canadian prospective, multicenter study of the incidence and severity of residual neuromuscular blockade. *Anesth Analg*. 2015;121 (2):366–372. pmc.ncbi.nlm.nih.gov
13. Batistaki C, Tentes P, Deligiannidi P, et al. Residual neuromuscular blockade in a real-life clinical setting: correlation with sugammadex or neostigmine administration. *Minerva Anesthesiol*. 2016;82 (5):550–558. pmc.ncbi.nlm.nih.gov
14. Domenech G, Kampel MA, García Guzzo ME, et al. Usefulness of intra-operative neuromuscular blockade monitoring and reversal agents for postoperative residual neuromuscular blockade: a retrospective observational study. *BMC Anesthesiol*. 2019;19 (1):143. pmc.ncbi.nlm.nih.gov
15. Errando CL, Garutti I, Mazzinari G, et al. Residual neuromuscular blockade in the postanesthesia care unit: observational cross-sectional study of a multicenter cohort. *Minerva Anesthesiol*. 2016;82 (12):1267–1277

