

УДК 616.2.

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/115/33>

МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА НЕЙРОМЫШЕЧНОЙ БЛОКАДЫ У ПАЦИЕНТОВ С ОЖИРЕНИЕМ

©Чынгышева Ж. А., д-р мед. наук, Кыргызская государственная медицинская академия им. И. К. Ахунбаева, г. Бишкек, Кыргызстан

©Раимбеков Ж., Кыргызская государственная медицинская академия им. И. К. Ахунбаева, г. Бишкек, Кыргызстан

©Динлосан О. Р., ORCID: 0000-0003-4604-8731, SPIN-код: 7397-2085, канд. мед. наук, Кыргызский государственный медицинский институт переподготовки и повышения квалификации им. С. Б. Даниярова, г. Бишкек, Кыргызстан, khalif.kgma@gmail.com

METHODS OF MONITORING NEUROMUSCULAR BLOCKADE IN PATIENTS WITH OBESITY

©Chyngysheva J., Dr. habil., I. K. Akhunbaev Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek, Kyrgyzstan

©Raimbekov Zh., I. K. Akhunbaev Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek, Kyrgyzstan

©Dinlossan O., ORCID: 0000-0003-4604-8731, SPIN-code: 7397-2085, Ph.D., Kyrgyz State Medical Institute of post-graduate training and continuous education named S. B. Daniyarov, Bishkek, Kyrgyzstan, khalif.kgma@gmail.com

Аннотация. Правильное, адекватное обеспечение мышечной релаксации на различных этапах операции и анестезии, а также своевременное и полное устранение остаточного НМБ по их окончании, значительно влияют на безопасность, качество и конечный результат хирургического лечения пациентов с избыточным весом.

Abstract. Proper and adequate muscle relaxation management at various stages of surgery and anesthesia, as well as timely and complete reversal of residual neuromuscular blockade (NMB) upon their completion, significantly impact the safety, quality, and final outcome of surgical treatment in patients with overweight.

Ключевые слова: миорелаксанты, нейро-мышечный блок, реверсия.

Keywords: muscle relaxants, neuromuscular blockade, reversal.

Правильное, адекватное обеспечение мышечной релаксации на различных этапах операции и анестезии, а также своевременное и полное устранение остаточного НМБ по их окончании, значительно влияют на безопасность, качество и конечный результат хирургического лечения [8]. Внедрение в повседневную клиническую практику современных миорелаксантов с оптимизированным фармакокинетическим профилем позволило упростить работу с данным компонентом анестезии и сделать его безопаснее для пациентов. Вместе с тем, современные миорелаксанты не дают возможности полного управления НМБ, что подразумевало бы возможность быстро и прогнозируемо изменять глубину нейромышечной блокады в зависимости от ситуации на операционном столе. Одним из самых сложно контролируемых этапов индуцированной миоплегии является завершающий этап—процесс реверсии НМБ. Спонтанное восстановление НМП даже при использовании современных миорелаксантов с преимущественно органо-независимой элиминацией может быть слишком медленным и не всегда предсказуемым, а остаточный блок, согласно многочисленным

данным может сохраняться у 44–57% больных. Остаточная НМБ чаще возникает после применения миорелаксантов длительного действия вследствие их кумуляции, особенно после глубокой миоплегии, к которой приходится прибегать при выполнении большинства полостных оперативных вмешательств. Особенности нейромышечной плегии после хирургических вмешательств у особой категории пациентов — с ожирением, требуют более пристального внимания для обеспечения безопасности данной категории пациентов.

Темпы распространения ожирения как в экономически развитых, так и в развивающихся странах, сопоставимы с масштабами эпидемии. Катастрофический рост распространенности ожирения, согласно опубликованным сведениям ВОЗ [1], привел к тому, что в 2014 г. более 1,9 млрд взрослых (18 лет и старше) лиц имели избыточный вес, из них 600 млн человек страдали ожирением. Также учитывая, что пациенты с ожирением имеют повышенный риск развития послеоперационных легочных нарушений (в 4 раза выше по сравнению с пациентами с нормальной массой тела) [2].

Нейромышечный мониторинг следует проводить во время анестезии и операции и, наиболее важно, во время окончания анестезии и восстановления нейромышечной передачи. Главной задачей нейромышечного мониторинга является исключение остаточного (резидуального) блока и оценка восстановления нейромышечной передачи. О полном восстановлении нейромышечной функции и отсутствии остаточного НМБ можно судить только с помощью объективного (аппаратного) мониторинга [3].

Клинические признаки, используемые для субъективной оценки нейромышечной передачи, по отдельности или в сочетании друг с другом не могут гарантировано отражать полноту восстановления мышечного тонуса и отсутствия остаточного действия миорелаксантов. Степень расхождения данных субъективной оценки резидуального блока может существенно разниться с данными объективного контроля.

Нейромышечный мониторинг позволяет судить только о степени восстановления НМП. Решение о прекращении ИВЛ и экстубации пациента анестезиолог должен принимать на основании совокупности данных: восстановление сознания, отсутствие нарушений дыхания и кровообращения, температурный баланс и пр. [4]. *Цель исследования:* оценить методы нейромышечного мониторинга у пациентов с ожирением при абдоминальных вмешательствах.

Методы исследования. Субъективный нейромышечный мониторинг. Клиническими признаками состояния мышечного тонуса и восстановления НМП являются: появление спонтанных движений пациента (движения конечностей, мимика); появление сокращений диафрагмы (икота, характерные изменения на капнограмме); повышение тонуса мышц передней брюшной стенки, затрудняющее выполнение оперативного вмешательства; повышение давления в дыхательных путях во время ИВЛ; подъем и удержание в течение 5 секунд головы; подъем и удержание в течение 5 секунд прямой ноги; силажатияруки.

По ходу оперативного вмешательства появление признаков восстановления НМП может являться сигналом для введения поддерживающей дозы миорелаксанта. При определении степени восстановления НМП и готовности пациента к эффективному самостоятельному дыханию и экстубации по окончании операции и анестезии наиболее надёжными являются тесты самостоятельного подъёма и удержания на весу в течение 5 секунд головы и прямой ноги. Однако выполнение пациентом этих тестов обычно соответствует лишь TOF 60–70%, что с современных позиций о безопасности пациента не может гарантировать эффективное дыхание и контроль проходимости дыхательных путей в ближайшем послеоперационном периоде [5].

Объективный (аппаратный) нейромышечный мониторинг. В основе объективного нейромышечного мониторинга лежит электрическая стимуляция нерва и оценка ответа мышцы на стимуляцию. Существуют различные способы оценки мышечного ответа: механомиография, электромиография, акселеромиография, фономиография и пр. Паттерн стимуляции и интерпретация ответа не зависят от способа оценки.

Самым распространённым способом, реализованном в большинстве портативных и встроенных мониторов, является акселеромиография. В основе метода лежит оценка ответа мышцы по силе ускорения (акселерации) сокращения. Стимуляция нерва осуществляется постоянным током силой не более 60 мА и длительностью импульса 200–300 мсек. Такой ток является супрамаксимальным, то есть позволяет стимулировать весь нервный ствол, но не вызывает повреждения нерва.

Для оценки нейромышечной функции в большинстве случаев используют стимуляцию локтевого нерва (n. ulnaris) в дистальной трети предплечья и оценку сокращения мышцы, приводящей большой палец кисти (m. adductor pollicis). Также возможна стимуляция большеберцового нерва (n. tibialis) и оценка подошвенного сгибания большого пальца стопы, стимуляция лицевого нерва (n. facialis) и оценка круговой мышцы глаза (m. orbicularis oculi) или мышцы, сморщивающей бровь (m. corrugator supercilii) [6].

Восстановление НМП в мускулатуре конечностей происходит позже, чем в центрально расположенных мышцах, обеспечивающих дыхание и проходимость дыхательных путей. Поэтому оценка мышцы, приводящей большой палец кисти и сгибателя большого пальца стопы в большей степени гарантирует восстановление дыхательных мышц и мышц гортани и глотки и обеспечивает безопасность пациента [7].

Основными видами стимуляции являются: одиночная стимуляция (singletwitch, ST), четырёхразрядная стимуляция (trainoffour, TOF) и посттетанический счёт (posttetaniccount, PTC). При этом самым распространённым, универсальным и применимым во все фазы анестезии и в послеоперационном периоде является TOF..

ST одиночная стимуляция осуществляется током с частотой обычно 1 Гц или 0,1 Гц. В основе метода лежит оценка амплитуды ответа в процентах в данный момент времени по отношению к исходному (контрольному), до введения миорелаксанта, принятому за 100%. В клинической практике не распространён. В большей степени предназначен для оценки деполяризующей блокады.

TOF — четырёхразрядная стимуляция, представляет собой пакеты из четырёх последовательных электрических стимулов с частотой 2 Гц. Основной (универсальный) метод контроля НМП. Может применяться в любой фазе миорелаксации, а также в послеоперационном периоде для определения остаточного НМБ. Рассчитывается как соотношение амплитуды четвёртого ответа к первому. Соотношение отражается в процентах или долях (например, TOF 90% или 0,9). Также важное информационное значение имеет количество ответов на стимуляцию — от 0 до 4 (T0, T1, T2, T3 и T4), что позволяет характеризовать степень блокады. В основе метода лежит эффект угасания (затухания), связанный с воздействием недеполяризующих миорелаксантов на рецепторы пресинаптической мембраны концевой пластинки и снижением высвобождения ацетилхолина в синаптическую щель. Степень угасания связана с количеством молекул миорелаксанта в синаптической щели. При отсутствии миорелаксанта — 100%, при глубоком блоке — отсутствие ответов (T0).

PTC-посттетанический счёт — режим, предназначенный для оценки глубокого НМБ. Применяется только на фоне глубокого блока, T0 при стимуляции TOF. В основе лежит подсчёт числа ответов на 15 одиночных стимулов с частотой 1 Гц, подаваемых через 3

секунды после 5-секундной тетанической (50 Гц) стимуляции. Отмечается физиологический эффект затухания — амплитуда каждого последующего ответа ниже предыдущего. Чем больше число ответов, тем меньше глубина миорелаксации. $PTC < 5$ соответствует интенсивному НМБ (Таблица).

Таблица

КЛИНИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЪЕКТИВНОГО МОНИТОРИНГА

<i>Состояние</i>	<i>Объективный мониторинг (TOF, PTC)</i>
Исходное состояние, отсутствие миорелаксации	TOF 100%
Ларингоскопия, интубация трахеи	T0
Восстановление НМП, декураризация	$> T2$
Поддержание миорелаксации по ходу операции	T0-T2
Глубокий НМБ	T0, $PTC > 5$
Интенсивный НМБ	T0, $PTC < 5$
Экстубация трахеи	TOF 90%

Методика объективного мониторинга. Электроды (чаще применяются ЭКГ электроды) накладываются на сухую обезжиренную кожу в проекции локтевого нерва в дистальной трети предплечья. Датчик размещается на подушечке большого пальца так, чтобы вектор движения пальца–приведение к кисти — был перпендикулярен площади датчика. Температурный датчик, если входит в комплект, размещают над стимулируемой мышцей. Руку и 2–5 пальцы кисти фиксируют таким образом, чтобы они не мешали свободному движению большого пальца. Монитор включают только после выполнения индукции и анестезии. После индукции анестезии, но до введения миорелаксанта, если позволяет время, выполняется калибровка — индивидуальный подбор силы тока и чувствительности датчика. В ином случае, возможно применение мониторинга без калибровки с базовыми настройками (сила тока 50 мА). После калибровки начинают измерение TOF и вводят миорелаксant. При достижении глубокого блока (T0) возможно измерение PTC. При пробуждении пациента по окончании анестезии необходимо прекратить стимуляцию или снизить силу тока до 30 мА.

Заключение

Миорелаксация является неотъемлемой частью общей анестезии, облегчает проведение интубации трахеи, позволяет поддерживать блок нейромышечной проводимости на протяжении всего хирургического вмешательства. Миорелаксация обеспечивает неподвижность пациента во время операции, позволяет снизить потребность в анестетиках, обеспечить более благоприятные условия для хирурга во время операции. Глубокая миорелаксация особенно важна при выполнении интубации трахеи, позволяя добиться расслабления мускулатуры и завершить дыхательные пути пациента, что необходимо для проведения искусственной вентиляции легких. При $TOF < 0,9$ возможны: нарушение вентиляционного ответа на гипоксию; нарушение глотательных рефлексов; нарушение вентиляции; обструкция дыхательных путей; как результат, увеличение заболеваемости и смертности.

Установлены клинические акселерометрические параллели: $TOF < 0,4$ — пациент не может поднять голову или руку: дыхательный объем может быть нормальным, но жизненная емкость легких и ускоренный выдох снижены; $TOF < 0,6$ — пациент может удерживать голову 3 с., широко открывать глаза, высовывать язык, но жизненная емкость легких и ускоренный выдох снижены; $TOF = 0,7–0,75$ — пациент может кашлять и удерживать голову

5 с., но сила рукопожатия 60% от контрольной, невозможно удерживать зубы сжатыми и трудно говорить; TOF>0,8 — жизненная емкость легких и ускоренный выдох нормальны, но могут сохраняться диплопия и визуальные расстройства и слабость лицевых мышц; TOF≥0,9 — современный стандарт приемлемого восстановления НМП и безопасной экстубации пациента при использовании МР. Безопасность пациента гарантирована только при TOF≥0,9.

Возможно подключение монитора по ходу анестезии и миорелаксации для определения восстановления нейромышечной передачи. В этом случае калибровка не выполняется, стимуляция осуществляется током 50 мА. Таким образом, мониторинг нейромышечного блока обеспечивал объективный контроль клинического восстановления нервно-мышечной функции в период анестезии и операции для особой группы пациентов, с ожирением.

Список литературы:

1. Blobner M., Frick C. G., Stäuble R. B., Feussner H., Schaller S. J., Unterbuchner C., Fink H. Neuromuscular blockade improves surgical conditions (NISCO) // *Surgical endoscopy*. 2015. V. 29. P. 627-636. <https://doi.org/10.1007/s00464-014-3711-7>
2. Green M. S., Venkatesh A. G., Venkataramani R. Management of Residual Neuromuscular Blockade Recovery: Age-Old Problem with a New Solution // *Case reports in anesthesiology*. 2017. V. 2017. №1. P. 8197035. <https://doi.org/10.1155/2017/8197035>
3. Boon M., Martini C., Dahan A. Recent advances in neuromuscular block during anesthesia // *F1000Research*. 2018. V. 7. P. 167. <https://doi.org/10.12688/f1000research.13169.1>
4. Lindekaer A. L., Springborg H. H., Istre O. Deep neuromuscular blockade leads to a larger intraabdominal volume during laparoscopy // *Journal of visualized experiments: JoVE*. 2013. №76. P. 50045. <https://doi.org/10.3791/50045>
5. Naguib M., Brull S. J., Kopman A. F., Hunter J. M., Fülesdi B., Arkes H. R., Johnson K. B. Consensus statement on perioperative use of neuromuscular monitoring // *Anesthesia & Analgesia*. 2018. V. 127. №1. P. 71-80. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002670>
6. Deyhim N., Beck A., Balk J., Liebl M. G. Impact of sugammadex versus neostigmine/glycopyrrolate on perioperative efficiency // *ClinicoEconomics and Outcomes Research*. 2020. P. 69-79.
7. Phoowanakulchai S., Kawaguchi M. Updated review on the use of neuromuscular blockade during intraoperative motor-evoked potential monitoring in the modern anesthesia era // *Journal of Anesthesia*. 2024. V. 38. №1. P. 114-124. <https://doi.org/10.1007/s00540-023-03265-6>
8. Чынгышова Ж. А., Райымбеков Ж. А., Тилеков Э. А., Бигишиев М. М., Назарбеков Д. К. Особенности экстубации пациентов с ожирением // *Бюллетень науки и практики*. 2024. Т. 10. №2. С. 297-304. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/99/29>

References:

1. Blobner, M., Frick, C. G., Stäuble, R. B., Feussner, H., Schaller, S. J., Unterbuchner, C., ... & Fink, H. (2015). Neuromuscular blockade improves surgical conditions (NISCO). *Surgical endoscopy*, 29, 627-636. <https://doi.org/10.1007/s00464-014-3711-7>
2. Green, M. S., Venkatesh, A. G., & Venkataramani, R. (2017). Management of Residual Neuromuscular Blockade Recovery: Age-Old Problem with a New Solution. *Case reports in anesthesiology*, 2017(1), 8197035. <https://doi.org/10.1155/2017/8197035>
3. Boon, M., Martini, C., & Dahan, A. (2018). Recent advances in neuromuscular block during anesthesia. *F1000Research*, 7, 167. <https://doi.org/10.12688/f1000research.13169.1>

4. Lindekaer, A. L., Springborg, H. H., & Istre, O. (2013). Deep neuromuscular blockade leads to a larger intraabdominal volume during laparoscopy. *Journal of visualized experiments: JoVE*, (76), 50045. <https://doi.org/10.3791/50045>
5. Naguib, M., Brull, S. J., Kopman, A. F., Hunter, J. M., Fülesdi, B., Arkes, H. R., ... & Johnson, K. B. (2018). Consensus statement on perioperative use of neuromuscular monitoring. *Anesthesia & Analgesia*, 127(1), 71-80. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002670>
6. Deyhim, N., Beck, A., Balk, J., & Liebl, M. G. (2020). Impact of sugammadex versus neostigmine/glycopyrrolate on perioperative efficiency. *ClinicoEconomics and Outcomes Research*, 69-79.
7. Phoowanakulchai, S., & Kawaguchi, M. (2024). Updated review on the use of neuromuscular blockade during intraoperative motor-evoked potential monitoring in the modern anesthesia era. *Journal of Anesthesia*, 38(1), 114-124. <https://doi.org/10.1007/s00540-023-03265-6>
8. Chyngyshova, Zh., Rayimbekov, Zh., Tilekov, E., Bigishiev, M., & Nazarbekov, D. (2024). Features of Extubation in Obesity Patients. *Bulletin of Science and Practice*, 10(2), 297-304. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/99/29>

Работа поступила
в редакцию 07.04.2025 г.

Принята к публикации
17.04.2025 г.

Ссылка для цитирования:

Чынгышева Ж. А., Раимбеков Ж., Динлосан О. Р. Методы мониторинга нейромышечной блокады у пациентов с ожирением // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №6. С. 263-268. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/115/33>

Cite as (APA):

Chyngysheva, J., Raimbekov, Zh., & Dinlossan, O. (2025). Methods of Monitoring Neuromuscular Blockade in Patients with Obesity. *Bulletin of Science and Practice*, 11(6), 263-268. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/115/33>