



КОРТИКОБУЛЬБАРНЫЕ МОТОРНЫЕ ВЫЗВАННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ В ХИРУРГИИ ОБЪЕМНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ СТВОЛА ГОЛОВНОГО МОЗГА И ЧЕТВЕРТОГО ЖЕЛУДОЧКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ)

К. Н. Лаптева, Р. А. Суфианов, А. А. Огурцова,
Д. И. Пицхелаури, В. В. Подлепич

Федеральное государственное автономное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии
имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
ул. 4-я Тверская-Ямская 16, Москва, 125047

РЕЗЮМЕ. При хирургическом лечении объемных образований ствола головного мозга и четвертого желудочка применение интраоперационного мониторинга является обязательным условием проведения таких операций. Кортикобульбарные моторные вызванные потенциалы позволяют в реальном времени оценивать функциональное состояние каудальной группы черепных нервов. В данной работе обсуждаются возможности применения данного метода в нейрохирургии и приведено описание клинического наблюдения с применением во время операции метода кортикобульбарных моторных вызванных потенциалов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: интраоперационный нейрофизиологический мониторинг, кортикобульбарные моторные вызванные потенциалы, задняя черепная ямка.

Для цитирования: Лаптева К. Н., Суфианов Р. А., Огурцова А. А., Пицхелаури Д. И., Подлепич В. В. Кортикобульбарные моторные вызванные потенциалы в хирургии объемных образований ствола головного мозга и четвертого желудочка (обзор литературы и клиническое наблюдение). Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2022;14(4):117–121. DOI 10.56618/20712693_2022_14_4_117

CORTICOBULBAR MOTOR EVOKED POTENTIALS IN BRAINSTEM AND 4-TH VENTRICLE SURGERY (A CASE REPORT AND LITERATURE REVIEW)

K. N. Lapteva, R. A. Sufianov, A. A. Ogurtsova, D. I. Pitskhelauri, V. V. Podlepich

Burdenko Neurosurgical Institute, 4-ya Tverskaya-Yamskaya Str., Moscow, Russia, 125047

SUMMARY. In the surgical treatment of fossa posterior neoplasms, especially when they are localized in the brainstem and in the fourth ventricle, the use of intraoperative neurophysiologic monitoring is an obligatory tool for such operations. Corticobulbar motor evoked potentials allow to assess the functional state of the caudal group of cranial nerves in real-time. This article discusses the possibilities of this method in neurosurgery and shows a clinical observation with the use of corticobulbar motor evoked potentials during surgery.

KEY WORDS: intraoperative neurophysiologic monitoring, corticobulbar motor evoked potentials, fossa posterior surgery.

For citation: Lapteva K. N., Sufianov R. A., Ogurtsova A. A., Pitskhelauri D. I., Podlepich V. V. Corticobulbar motor evoked potentials in brainstem and 4-th ventricle surgery (a case report and literature review). Rossiiskii neirokhirurgicheskii zhurnal imeni professora A. L. Polenova. 2022;14(4):117–121. DOI 10.56618/20712693_2022_14_4_117

Введение.

Интраоперационный нейрофизиологический мониторинг (ИОМ) включает в себя два основных направления: инструменты «мониторинга» и «картирования». «Мониторинг» выявляет нейрофизиологические изменения, вызванные хирургическими действиями, позволяя скорректировать тактику хирургии до того момента, пока не возникли необратимые неврологические нарушения [1]. «Картирование» позволяет провести идентификацию анатомических структур и тем самым сохранить их целостность [2].

В хирургии субтенториальных образований наиболее используемой техникой «картирования» является метод идентификации ядер и корешков черепных нервов [2]. Одной из относительно новых модальностей «мониторинга» в хирургии субтенториальных образований является метод кортикобульбарных моторных вызванных потенциалов (КБ-МВП).

В данной работе представлено обсуждение модальности КБ-МВП в хирургии объемных образований задней черепной ямки (ЗЧЯ), показаны его

достоинства и недостатки, а также представлено клиническое наблюдение с использованием метода КБ-МВП.

Обсуждение модальности КБ-МВП.

Хирургия на структурах ЗЧЯ сопряжена с рисками нарастания неврологической симптоматики ввиду близости расположения жизненно важных анатомических образований. Одним из наиболее серьезных осложнений является бульбарный синдром, развитие которого нередко требует лечения в отделении реанимации [3,4].

Необходимость оценки функции каудальной группы нервов во время оперативного вмешательства вызвана основными целями: стремление к радикальности удаления опухоли с одновременным сохранением анатомической целостности ядер черепных нервов; прогнозирование появления бульбарного синдрома для определения тактики ведения пациента в раннем послеоперационном периоде (продолжительная искусственная вентиляция легких (ИВЛ), установка трахеостомы, зондовое питание и т.д.).

Одним из методов «мониторинга» функционального состояния ядер каудальной группы черепных нервов и самих нервов во время операции на стволе головного мозга является метод КБ-МВП [2, 5]. КБ-МВП — результат активации кортикобульбарного тракта при стимуляции моторной зоны коры электрическим током и регистрации потенциалов от мышц, иннервируемых IX, X, XII парами черепных нервов (задняя стенка глотки, мышцы корня языка).

Впервые данный метод был описан в работе Dong и соавт. на примере записи моторных вызванных потенциалов (МВП) от мышц, иннервируемых лицевым нервом [6], а в дальнейшем был модифицирован для регистрации потенциалов от мышц, иннервируемых каудальной группой черепных нервов [5].

Во время исследования проводится стимуляция моторной коры пружинными электродами, установленными на скальпе, чаще всего в точках С3(+); С4(+)/Сз [5]. По данным ряда авторов рекомендуется использовать следующие параметры стимуляции: пачка стимулов в количестве 3–5 штук, длительность каждого импульса составляет 0,2–0,5 мс, разделенные межстимульным интервалом в 1–2 мс, частота повторения пачки стимула — 2 Гц, интенсивность стимула 50–150 мА [7–9].

Несмотря на относительную простоту метода, существуют методические технические трудности в проведении ИОМ с использованием метода КБ-МВП:

1. Неудовлетворительная воспроизводимость ответов (76–92 %) по причине возникновения высокоамплитудного артефакта от стимула вследствие близкого расположения регистрирующих и стимулирующих электродов [8].
2. При транскраниальной стимуляции возможна активация периферической части каудальной группы черепных нервов. Поэтому для дифференциации центрального и периферического ответа через 40–90 мс после пачки основных

стимулов рекомендовано подавать единичный стимул. Показано, что только пачкой коротких стимулов можно активировать кортикобульбарный тракт, а единичным стимулом активируется периферическая часть нерва [5, 6, 10–12].

По данным литературы существует несколько подходов в выборе критериев для оценки повреждения кортикобульбарного тракта по результатам применения метода КБ-МВП: изменение морфологии ответов (изменение формы и полифазности ответа) [8]; изменение численных характеристик ответа (снижение амплитуды ниже 30–50 % от исходного уровня) [8,11].

Использование метода КБ-МВП в хирургии объемных образований ствола головного мозга и четвертого желудочка в доступной литературе представлено достаточно узко [13–14]. В большинстве случаев работы посвящены исследованиям функции лицевого нерва при хирургии новообразований мостомозжечкового угла (ММУ) [6, 8, 10]. Если говорить о методе КБ-МВП, то в основном работы посвящены клиническим наблюдениям пациентов с использованием метода КБ-МВП и методологическим описаниям самого метода [5, 9]. Также представлены работы с использованием метода КБ-МВП в группе пациентов с патологией другой локализации [15]. В работе Kulmann, выполненной на 63 пациентах с объемными образованиями ЗЧЯ, показана существенная корреляция между наличием неврологической симптоматики после операции и изменениями параметров КБ-МВП [14].

Таким образом, метод КБ-МВП может являться перспективным инструментом в нейрохирургии для прогнозирования появления симптоматики со стороны каудальной группы черепных нервов, однако не до конца изучен.

Далее представлено клиническое наблюдение, показывающее возможность применения метода КБ-МВП в прогнозировании нарастания симптоматики со стороны каудальной группы черепных нервов у пациента с опухолью четвертого желудочка.

Клиническое наблюдение. Пациенту М, 20 лет 11 лет назад было диагностировано объемное образование шишковидной железы, проведено микрохирургическое удаление новообразования. При морфологическом исследовании установлен диагноз герминативно — клеточной опухоли. Пациент прошел 4 курса полихимиотерапии и получил лучевую терапию. В течение 10 лет у пациента не отмечалось рецидива заболевания. За 8 месяцев до настоящего обращения появилась общемозговая симптоматика. По данным МРТ был диагностирован продолженный рост опухоли. Пациенту было проведено 3 курса химиотерапии. При контрольном МРТ исследовании было отмечено увеличение объема опухоли в области прозрачной перегородки, а также визуализировалось объемное образование в области ствола головного мозга и четвертого желудочка (рисунок 1).

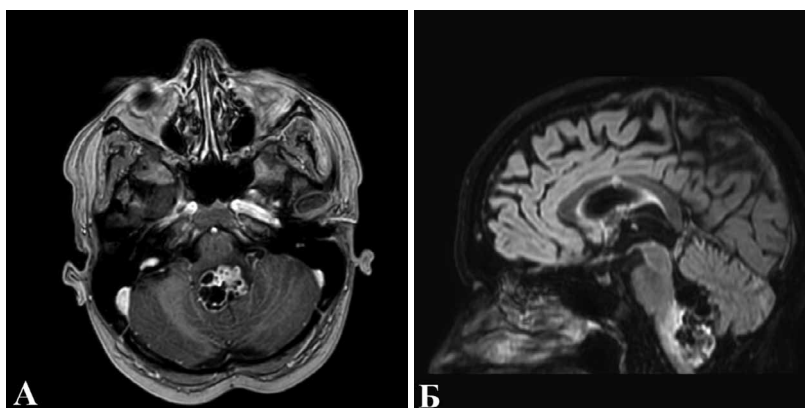


Рисунок 1. МРТ головного мозга в режиме T1 с контрастным усилением в аксиальной проекции (а) и в режиме FLAIR в сагиттальной проекции (б) до оперативного вмешательства.

Figure 1. T1 magnetic resonance imaging with contrast before operation in the axial (a) and sagittal (b) projections.

Рекомендовано удаление опухоли. В неврологическом статусе до операции отмечены общемозговая симптоматика и нарушение функции IX, X пар черепных нервов с обеих сторон. Пациент испытывал трудности при проглатывании твердой пищи.

Пациент подготовлен к оперативному вмешательству. После интубации трахеи анестезиологом были установлены игольчатые электроды в заднюю стенку глотки и корень языка с двух сторон. Операция выполнялась в положении prone на операционном столе.

Интраоперационный мониторинг КБ-МВП проводили прибором Нейрософт (Россия). Стимулирующие скальповые пружинные электроды были установлены в точках C3-C4 по международной схеме «10–20 %». До начала операции были зарегистрированы хорошо воспроизводимые МВП от мышц, иннервируемых каудальной группой черепных нервов (рисунок 2). Параметры стимуляции были следующие: 5 импульсов, длительность каждого — 550 мкс, межстимульный интервал — 2 мс, сила стимула — 75 мА, интенсивность стимуляции — 84–100 мА, через 40 мс после основной серии

стимулов подавался единичный стимул с аналогичными параметрами.

Осуществлена резекционная трепанация черепа. Был произведен доступ к области IV желудочка и начато удаление опухоли. Опухоль занимала практически всю полость IV желудочка, представляла собой гетерогенную структуру, плотной и зернистой консистенции со множеством кист. Постепенно была резецирована дорсальная часть опухоли. В процессе удаления вентральной части опухоли было обнаружено, что опухоль грубо инфильтрирует нижние отделы ромбовидной ямки; на этом этапе операции были отмечены гемодинамические реакции в виде артериальной гипертензии до 160 мм рт. ст.. В тоже самое время по данным ИОМ отмечено снижение амплитуды КБ-МВП от всех исследуемых мышц, отмечалось снижение полифазности ответов по морфологии (рисунок 2). После стабилизации гемодинамических показателей, опухоль была резецирована полностью. Последующего восстановления амплитуды М-ответов от мышц, иннервируемых каудальной группы черепных нервов не отмечалось, даже при увеличении интенсивности стимуляции.

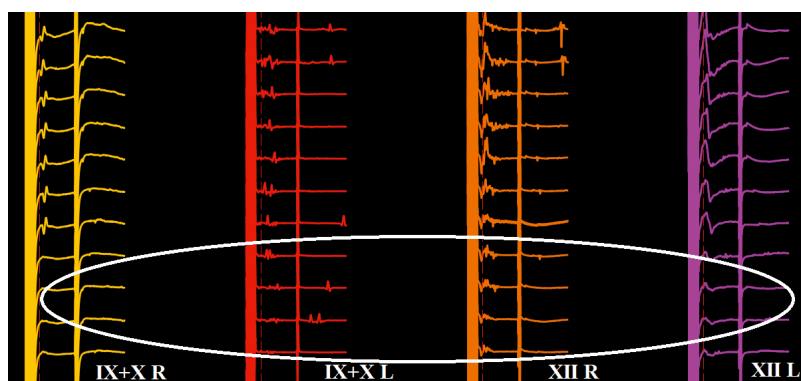


Рисунок 2. На рисунке представлен мониторинг КБ-МВП от мышц, иннервируемых IX, X, XII парами черепных нервов билатерально. Отмечается снижение амплитуды КБ-МВП от всех исследуемых мышц во время удаления опухоли в области пирамического пера.

Figure 2. In the figure, motor evoked potentials of cranial nerve IX, X, XII are being recorded. Indication shows reduction of MEPs during removal of a tumor in the area of calamus scriptorius.

После окончания операции пациент был переведен в ОРИТ. Ожидая нарастание неврологической симптоматики со стороны каудальной группы черепных нервов, было принято решение о продлении ИВЛ и седации пропофолом в дозе 3 мг/кг/час на 12 часов. На следующий день после прекращения седации уровень бодрствования оценивался в 15 баллов по ШКГ. При осмотре было отмечено отсутствие кашлевого рефлекса, скопление слюны в ротовой полости, невозможность выведения языка за линию зубов. С целью протекции дыхательных путей от аспирации была выполнена трахеостомия и продолжена ИВЛ через трахеостомическую трубку. На третьи сутки после операции отмечалось восстановление нормального респираторного драйва, пациент был переведен на самостоятельное дыхание через трахеостомическую трубку. Питание осуществлялось через назогастральный зонд. На четвертые сутки после выполнения хирургического вмешательства пациент был переведен в клиническое отделение для дальнейшей реабилитации.

Таким образом, отрицательная динамика КБ-МВП во время операции спрогнозировала нарастание неврологической симптоматики после операции и в совокупности с клиническими данными определила тактику ведения пациента в послеоперационном периоде.

Заключение. Таким образом, во время хирургического вмешательства на структурах ствола головного мозга и четвертого желудочка в обязательном порядке необходимо оценивать в динамике функцию каудальной группы черепных нервов для принятия

решения о выборе щадящей тактики протекции дыхательных путей после операции. Наиболее вероятным решением данной задачи может являться применение метода КБ-МВП во время операции. Однако, в использовании метода КБ-МВП существуют неопределенности как технического, так и методологического характера, требующие дальнейших исследований и углубленного анализа.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки. **Financing.** The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Пациент подписал информированное согласие на участие в исследовании. **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study

ORCID авторов / ORCID of authors

Лантева Кристина Николаевна/Lapteva Kristina Nikolaevna
<https://orcid.org/0000-0003-1163-7253>

Суфианов Ринат Альбертович/Sufianov Rinat Albertovich
<https://orcid.org/0000-0003-4031-0540>

Анна Анатольевна Огурцова/Ogurtsova Anna Anatol'evna
<https://orcid.org/0000-0003-3595-2696>

Пицхелаури Давид Ильич/Pitskhelauri David Il'ich
<https://orcid.org/0000-0003-0374-7970>

Подлепич Виталий Вячеславович/
Podlepich Vitalij Vyacheslavovich
<https://orcid.org/0000-0002-3424-3815>

Литература/References

- Улитин А.Ю., Александров М.В., Малышев С.М., Костенко И.А., Топоркова О.А., Тастанбеков М.М., Себелев К.И., Сафаров Б.И. Эффективность интраоперационного моторного картирования при резекции опухолей центральных извилин. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. 2017;9(1):57–62. [Ulitin AY, Aleksandrov MV, Malyshev SM, Kostenko IA, Toporkova OA, Tastanbekov MM, Sebelev KI, Safarov BI. Effectiveness of intraoperative motor mapping during resection of rolandic brain tumors. The Russian Neurosurgical Journal named after prof. A. L. Polenov. 2017;9(1):57–62. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41260941>
- Sala F, Coppola A, Tramontano V. Intraoperative neurophysiology in posterior fossa tumor surgery in children. Child's nervous system. 2015;31(10):1791–1806. <https://doi.org/10.1007/s00381-015-2893-1>
- Куканов К.К., Тастанбеков М.М., Олюшин В.Е., Пустовой С.В. Ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения пациентов с менингиомами области БЗО. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. 2017;9(1):36–42. [Kukanov KK, Tastanbekov MM, Olyushin VE, Pustovoy SV. The foramen magnum meningiomas: immediate and long-terms results. The Russian Neurosurgical Journal named after prof. A. L. Polenov. 2017;9(1):36–42. (In Russ.).] [eLIBRARY ID: 41260938 EDN: REBCQI https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41260938](https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41260938)
- Procaccio F, Gambin R, Leonardo G. Complications of brain stem surgery: Prevention and treatment. Operative Techniques in Neurosurgery. 2000;3(2):155–157. <https://doi.org/10.1053/oy.2000.6568>
- Deletis V, Fernández-Conejero I. Intraoperative Monitoring and Mapping of the Functional Integrity of the Brainstem. Journal of clinical neurology. 2016;12(3):262–273. <https://doi.org/10.3988/jcn.2016.12.3.262>
- Dong C, Macdonald D, Akagami R, Westerberg B, Alkhani A, Kanaan I, Hassounah M. Intraoperative facial motor evoked potential monitoring with transcranial electrical stimulation during skull base surgery. Clinical neurophysiology. 2005;116(3):588–296. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2004.09.013>
- Deletis V, Fernandez-Conejero I, Ulkatan S, Costantino P. Methodology for intraoperatively eliciting motor evoked potentials in the vocal muscles by electrical stimulation of the corticobulbar tract. Clinical neurophysiology. 2009;120(2):336–341. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.11.013>
- Goto T, Muraoka H, Kodama K, Hara Y, Yako T, Hongo K. Intraoperative Monitoring of Motor Evoked Potential for the Facial

- Nerve Using a Cranial Peg-Screw Electrode and a «Threshold-level» Stimulation Method. *Skull Base*. 2010;20(6):429–234. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1261270>
9. Morota N, Ihara S, Deletis V. Intraoperative neurophysiology for surgery in and around the brainstem: role of brainstem mapping and corticobulbar tract motor-evoked potential monitoring. *Child's nervous system*. 2010;26(4):513–21. <https://doi.org/10.1007/s00381-009-1080-7>
 10. Acioly M, Liebsch M, Carvalho C, Gharabaghi A, Tatagiba M. Transcranial electrocortical stimulation to monitor the facial nerve motor function during cerebellopontine angle surgery. *Neurosurgery*. 2010;66(6):354–361. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000369654.41677.b7>
 11. Kim K, Cho C, Bang M, Shin H, Phi J, Kim S. Intraoperative Neurophysiological Monitoring: A Review of Techniques Used for Brain Tumor Surgery in Children. *Journal of Korean Neurosurgical Society*. 2018;61(3):363–375. <https://doi.org/10.3340/jkns.2018.0078>
 12. Tellez M, Ulkatan J, Urriza B, Arranz-Arranz B, Deletis V. Neurophysiological mechanism of possibly confounding peripheral activation of the facial nerve during corticobulbar tract monitoring. *Clinical neurophysiology*. 2016;127(2):1710–1716. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.07.042>
 13. Ito E, Ichikawa M, Itakura T, Ando H, Matsumoto Y, Oda K, Sato T, Watanabe T, Sakuma J, Saito K. Motor evoked potential monitoring of the vagus nerve with transcranial electrical stimulation during skull base surgeries. *Journal of neurosurgery*. 2013;118(1):195–201. <https://doi.org/10.3171/2012.10.JNS.12383>
 14. Kullmann M, Tatagiba M, Liebsch M, Feigl G. Evaluation of the Predictive Value of Intraoperative Changes in Motor-Evoked Potentials of Caudal Cranial Nerves for the Postoperative Functional Outcome. *World neurosurgery*. 2016;95:329–334. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.07.078>
 15. Kim D, Jo S, Youn M, Hyun S, Kim K, Jahng T, Kim H, Park K. Corticobulbar motor evoked potentials from tongue muscles used as a control in cervical spinal surgery. *Clinical neurophysiology practice*. 2017;2:124–129. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2017.05.003>