ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЙ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИ УДАЛЕНИИ ОПУХОЛИ ПОЗВОНОЧНИКА С ПАРАВЕРТЕБРАЛЬНЫМ РАСПРОСТРАНЕНИЕМ (СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ)

А.А. Гринь, М.В. Синкин, И.Б. Алейникова, А.Ю. Кордонский

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 129090 Москва, Большая Сухаревская пл., 3

Контакты: Ирина Борисовна Алейникова alejnikova_irina@mail.ru

Цель исследования — представить клиническое наблюдение успешного применения стимуляционной электромиографии для нейрофизиологического мониторинга во время удаления экстрадуральной опухоли на уровне позвонков Th₂–Th₃.

Материалы и методы. У пациентки с паравертебральной опухолью на уровне позвонков Th₂–Th₃, прорастающей в правую плевральную полость и сдавливающей диафрагмальный нерв, выполнена торакоскопическая операция. Диафрагмальный нерв был идентифицирован методом электромиографии со стимуляцией триггерных точек монополярным зондом, проведенным под эндоскопическим контролем в грудную полость через порт для торакоскопического доступа.

Результаты. Проведение торакоскопии в сочетании со стимуляционной электромиографией позволило избежать открытой операции. Использование традиционного нейрофизиологического мониторинга для операций на позвоночнике не позволило бы идентифицировать диафрагмальный нерв, а значит, предотвратить его непреднамеренное повреждение.

Заключение. Нейрофизиологический мониторинг при операциях на грудном отделе позвоночника, выполняемых через торакоскопический доступ, может быть успешно дополнен стимуляционной электромиографией. Использование накожных адгезивных одноразовых электродов для регистрации ответа снижает травматичность процедуры без ущерба для ее информативности.

Ключевые слова: интраоперационный нейрофизиологический мониторинг, опухоли позвоночника, стимуляционная электромиография, торакоскопия

Для цитирования: Гринь А.А., Синкин М.В., Алейникова И.Б., Кордонский А.Ю. Интраоперационный нейрофизиологический мониторинг при удалении опухоли позвоночника с паравертебральным распространением (случай из практики). Нейрохирургия 2018;20(4):75–9.

DOI: 10.17650/1683-3295-2018-20-4-75-79

Intraoperative neurophysiological monitoring during thoracoscopic removal of the paravertebral spinal tumor (from practice)

A.A. Grin', M.V. Sinkin, I.B. Aleynikova, A. Yu. Kordonskiy

N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow Healthcare Department;
3 Bol'shaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090, Russia

The study objective is to describe the clinical case of intraoperative neurophysiologic monitoring (IONM) using the electromyography-triggered stimulation during the thoracoscopic removal of an extradural Th₂–Th₃ level tumor.

Materials and methods. The case describes the removal of the right Th₂–Th₃ pleural cavity paravertebral tumor that has compressed the phrenic nerve. The patient underwent thoracoscopic surgery supported by IONM. An electromyography-triggered stimulation with a monopolar stimulator that was inserted through the thoracoscopic access into the thoracic cavity under video control identified the phrenic nerve.

Results. The thoracoscopy in combination with electromyography-triggered stimulation allowed to avoid open surgery. The use of traditional IONM for spinal surgery would not identify the diaphragmatic nerve and prevent its unintentional damage.

Conclusion. IONM scenarios can be successfully enhanced with a electromyography-triggered stimulation of the phrenic nerve. Adhesive disposable electrodes for muscle response recording and stimulus return are useful without any deterioration of informativity.

Key words: intraoperative neurophysiologic monitoring, spinal tumors, electromyography-triggered stimulation, thoracoscopy

For citation: Grin' A.A., Sinkin M.V., Aleynikova I.B., Kordonskiy A. Yu. Intraoperative neurophysiological monitoring during thoracoscopic removal of the paravertebral spinal tumor (from practice). Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2018;20(4):75–9.

Рис. 1. Магнитно-резонансная томография грудного отдела позвоночника в сагитальной (а), горизонтальной (б) и фронтальной (в) проекциях, T2-взвешенные изображения. Экстрадуральная опухоль на уровне позвонков Th₂–Th₃ справа с распространением в плевральную полость

Fig. 1. Magnetic resonance imaging of the thoracic spine in the sagittal (a), horizontal (б) and frontal (в) projections, T2-weighted images. Extradural tumor at the Th₂–Th₃ vertebra level on the right with extension into the pleural cavity

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на достижения в области нейровизуализации и микрохирургической техники, проведение оперативного вмешательства при опухолях позвоночника и корешков спинного мозга остается сложной задачей. Еще более непростым становится выполнение операции в редких случаях прорастания опухоли позвоночника в плевральную полость, которое вызывает компрессию диафрагмального нерва и увеличивает вероятность его интраоперационного повреждения, развития неврологического дефицита и нарушения дыхательной функции. Минимизировать риск повреждения периферических нервов и спинномозговых корешков при проведении операций на них может интраоперационный нейрофизиологический мониторинг (ИОНМ) – «золотой стандарт» контроля за состоянием структур нервной системы [1]. Однако использование ИОНМ во время удаления опухолей плевральной полости, затрагивающих диафрагмальный нерв, не описано ни в статьях, размещенных в Scopus, PubMed, eLibrary, ни в специализированных монографиях.

Приводим пример успешного применения стимуляционной электромиографии для идентификации диафрагмального нерва и мониторинга его состояния при удалении экстрадуральной опухоли на уровне позвонков Th₂–Th₃.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

В Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы обратилась пациентка М., 33 лет, с жалобами на медленно усиливающуюся боль в спине на уровне лопаток. При плановой флюорографии было обнаружено объемное образование в области верхушки правого легкого. При проведенной амбулаторно магнитно-резонансной томографии грудного отдела позвоночника была выявлена экстрадуральная опухоль на уровне позвонков Th₂–Th₃ справа (рис. 1).

Пациентка в плановом порядке госпитализирована для торакоскопического удаления экстрадурального паравerteбрального образования на уровне позвонков Th – Th₃.

Для внутривенной общей анестезии вводили пропофол в режиме автоматического контроля целевой концентрации (target controlled infusion), равной 3 мкг/мл. Препараты кратковременного периферического миорелаксирующего действия применяли лишь перед интубацией трахеи и укладкой больной, в дальнейшем состояние нейромышечной передачи определяли тестом TOF (train-of-four monitoring), показатель которого был не ниже 95 % в течение всей операции. После погружения в наркоз пациентку уложили на левый бок по стандартной методике.

Для проведения ИОНМ использовали нейрофизиологический комплекс ISIS (Inomed, Германия). Свободную и стимулированную мышечную активность диафрагмы регистрировали с помощью одноразовых адгезивных электродов, которые располагали вдоль края реберной дуги, чередуя активный и референтный электроды (рис. 2).

Рис. 2. Фотография пациента на операционном столе. Наложены на-кожные электроды (красные стрелки) для регистрации М-ответа при стимуляции диафрагмального нерва. Намечены линии кожных разрезов для торакоскопического доступа (в черном круге)

Fig. 2. Photo of the patient on the operating table. Skin electrodes are placed (red arrows) for registration of the M-response during stimulation of the phrenic nerve. Lines for skin incisions are marked for thoracoscopic access (in the black circle)

Рис. 3. Эндоскопическая фотография экстрадуральной опухоли на уровне позвонков Th_2 – Th_3 справа: а – плотная капсула опухоли с интенсивным кровоснабжением (черная стрелка); б – прорастание опухоли в грудную клетку (1) и плотное прилегание к опухоли диафрагмального нерва (2), стимуляцию которого осуществляют монополярным зондом (3), проведенным через один из рабочих портов

Fig. 3. Endoscopic photo of the extradural tumor at the level of Th_2 – Th_3 vertebra on the right: а – dense tumor capsule with intensive blood supply (black arrow); б – invasion into the thoracic cage (1) and close contact between the tumor and phrenic nerve (2) which is stimulated by a monopolar probe (3) passed through one of the work ports

Использовали 2 канала записи электромиографии, полосу пропускания частот составила от 30 до 20 000 Гц.

Заземляющий электрод установили в проекции мечевидного отростка, а референтный электрод для монополярной стимуляции – в проекции остистых отростков уровня Th_3 – Th_4 позвонков. Для этого также применяли одноразовые адгезивные электроды.

На следующем этапе выполнили 3 разреза длиной 1 см каждый для торакоскопического доступа в правую плевральную полость над позвонками Th_2 – Th_3 . В межреберные пространства ввели троакары, через которые выполнили операцию.

В плевральной полости с помощью торакоскопа провели ревизию экстрадурального объемного образования, распространяющегося от позвоночного канала в плевральную полость. С помощью микрохирургической и эндоскопической техники выделили опухоль из-под плевры. Опухоль была плотноэластической консистенции, имела капсулу с интенсивным кровоснабжением, плотно спаянную с окружающими тканями (сосудами и нервами) (рис. 3а).

Источником опухоли сочли правый нервный корешок на уровне позвонка Th_3 . Нерв плотно прилежал к задней поверхности опухоли, был истончен и растянут; выполнили его мобилизацию. В течение всего хирургического вмешательства осуществляли ИОНМ. Диафрагмальный нерв, по предположениям, был распластан на опухоли и оттеснен ею, поэтому он был идентифицирован с помощью монополярного зонда-стимулятора, проведенного в грудную полость через троакар под эндоскопическим контролем. Мы использовали следующие параметры стимуляции: непрерывная подача сигнала прямоугольной

формы длительностью 200 мс, частотой 3 Гц, силой стимула от 0,05 до 5 мА. Первые ответы от диафрагмы были зарегистрированы при силе стимула 0,5 мА, что свидетельствовало о минимальном расстоянии между нервом и стимулятором. Это позволило определить точное расположение нерва рядом с опухолью и плотные соединительнотканые спайки между ними (рис. 3б).

После того как осуществили выделение и мобилизацию диафрагмального нерва, опухоль удалили единым блоком и отправили на гистологическое исследование.

В послеоперационном периоде очаговой неврологической симптоматики или нарушений функции дыхания у пациентки не было; она выписана в удовлетворительном состоянии на 10-й день после операции.

ОБСУЖДЕНИЕ

Мониторинг состояния центральной и периферической нервной системы необходим во время большинства нейрохирургических операций на позвоночнике и спинном мозге [2]. Он позволяет максимально увеличить объем резекции при минимальном повреждении функционально значимых структур. ИОНМ во время операций при опухолях позвоночника с использованием заднего доступа традиционно включает транскраниальную электростимуляцию с регистрацией моторных вызванных потенциалов, регистрацию соматосенсорных вызванных потенциалов и, если необходимо вскрытие твердой мозговой оболочки, регистрацию D-волны [1, 3]. Для контроля манипуляций на периферических нервах анализируют изменения сигнала в свободном режиме, а локализацию нервных

стволов и сплетений определяют, стимулируя область расположения нервного ствола монополярным или биполярным зондом, т. е. осуществляя стимуляционную электромиографию [4–6]. Для получения достоверных результатов ИОНМ критически важно, чтобы во время проведения наркоза не применялись периферические миорелаксанты [7].

Опухоли позвоночника с паравerteбральным прорастанием в полость грудной клетки встречаются относительно редко. Статистика их распространенности отсутствует, а посвященные проблеме публикации ограничиваются описанием клинических случаев. Объемные образования такой локализации при гистологическом исследовании в большинстве случаев оказываются шванномами, берущими начало из блуждающего нерва [7, 8]. Нередко они расположены недалеко от места прохождения диафрагмального нерва или же он пересекает саму опухоль [9].

Для резекции паравerteбральных образований, расположенных в грудной полости, предпочтительно проводить малоинвазивное хирургическое вмешательство через торакоскопический доступ [1]. Особенностью эндоскопической хирургии является отсутствие прямого контакта рук хирурга с объектом оперативного лечения, все манипуляции осуществляются специальными инструментами.

Мы впервые столкнулись с необходимостью идентификации диафрагмального нерва во время торакоскопической операции, а анализ литературы подтвердил уникальность этого случая. Задачу осложняла невозможность установки игольчатых электродов в целевую мышцу (диафрагму) в связи с ее глубоким расположением.

Принятое решение о технической возможности осуществления ИОНМ и определения локализации диафрагмального нерва при торакоскопическом вмешательстве позволило избежать открытой операции. Стандартная длина стимулирующего зонда оказалась достаточной для проведения его через торакопорт до опухоли; целесообразным было и применение адгезивного электрода в качестве референта для монополярной стимуляции. Использование таких же одноразовых адгезивных поверхностных электродов для регистрации сигнала от диафрагмы лишь незначительно отразилось на качестве записи.

В описанном нами клиническом наблюдении ИОНМ, традиционно осуществляемый во время операций на позвоночнике, не позволил бы идентифицировать диафрагмальный нерв, а значит, предотвратить его непреднамеренное повреждение, и лишь использование стимуляционной электромиографии позволило определить его локализацию и контролировать его состояние, чтобы оперативно корректировать интраоперационную тактику.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный клинический случай свидетельствует о том, что для ИОНМ при торакоскопических операциях можно успешно применять электромиографию со стимуляцией диафрагмального нерва монополярным зондом, проведенным через торакопорт. Использование для регистрации ответа мышцы кожных адгезивных одноразовых электродов снижает травматичность процедуры без ущерба для ее информативности.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Видеондоскопия и видеондоскопическая ассистенция при травмах и заболеваниях позвоночника. Под ред. В.В. Крылова, А.А. Гриня. М.: Принт-Студио, 2017. 332 с. [Videoendoscopy and videoendoscopic assistance for injuries and diseases of the spine. Ed. by V.V. Krylov, A.A. Grin'. Moscow: Print Studio, 2017. 332 p. (In Russ.)].
2. Lall R.R., Lall R.R., Hauptman J.S. et al. Intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery: indications, efficacy, and role of the preoperative checklist. *Neurosurg Focus* 2012;33(5):E10. DOI: 10.3171/2012.9.FOCUS12235. PMID: 23116090.
3. Cofano F., Zenga F., Mammi M. et al. Intraoperative neurophysiological monitoring during spinal surgery: technical review in open and minimally invasive approaches. *Neurosurg Rev* 2018 Jan 8. DOI: 10.1007/s10143-017-0939-4. PMID: 29313181.
4. Atlas of Minimal Access Spine Surgery, 2nd edn. Ed. by J.J. Regan, I.H. Lieberman. St. Louis, MO: Quality Medical Publishing, 2004. 563 p.
5. Kothbauer K.F., Deletis V., Epstein F.J. Motor-evoked potential monitoring for intramedullary spinal cord tumor surgery: correlation of clinical and neurophysiological data in a series of 100 consecutive procedures. *Neurosurg Focus* 1998;4(5):e1. PMID: 17154450.
6. Safaee M.M., Lyon R., Barbaro N.M. et al. Neurological outcomes and surgical complications in 221 spinal nerve sheath tumors. *J Neurosurg Spine* 2017;26(1):103–11. DOI: 10.3171/2016.5.SPINE15974. PMID: 27472744.
7. Ibrahim T., Mrowczynski O., Zalatio O. et al. The impact of neurophysiological intraoperative monitoring during spinal cord and spine surgery: a critical analysis of 121 cases. *Cureus* 2017;9(11):e1861. DOI: 10.7759/cureus.1861. PMID: 29375947.
8. Shields T.W., Reynolds M. Neurogenic tumor of the thorax. *Surg Clin North Am* 1988;68(3):645–68. PMID: 3375959.
9. Wu Z., Shi M., Wan H. et al. Thoracoscopic resection of a vagal schwannoma in the superior mediastinum: a case report. *Oncol Lett* 2014;8(1):461–3. DOI: 10.3892/ol.2014.2116. PMID: 24959296.

Вклад авторов

А.А. Гринь: разработка дизайна исследования;
М.В. Синкин: получение данных для анализа, анализ полученных данных;
И.Б. Алейникова: обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи;
А.Ю. Кордонский: получение данных для анализа, анализ полученных данных.

Authors' contributions

A.A. Grin': developing the research design;
M.V. Sinkin: obtaining data for analysis, analysis of the obtained data;
I.B. Aleynikova: reviewing of publications of the article's theme, article writing;
A.Yu. Kordonskiy: obtaining data for analysis, analysis of the obtained data.

ORCID авторов/ORCID of authors

А.А. Гринь/A.A. Grin': <https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>
М.В. Синкин/M.V. Sinkin: <https://orcid.org/0000-0001-5026-0060>
И.Б. Алейникова/I.B. Aleynikova: <https://orcid.org/0000-0003-4937-0400>
А.Ю. Кордонский/A.Yu. Kordonskiy: <https://orcid.org/0000-0001-5344-3970>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

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

Информированное согласие. Пациент подписал информированное согласие на публикацию своих данных.
Informed consent. The patient gave written informed consent to the publication of his data.