



# КОНТРОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПИННОГО МОЗГА У ПАЦИЕНТОВ С ИНТРАМЕДУЛЛЯРНЫМИ ОПУХОЛЯМИ

С.Б. Цветовский, В.В. Ступак

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии

**Цель исследования.** Анализ нарушений функции спинного мозга у пациентов с интрамедуллярными опухолями (ИМО) и выяснение информативности интраоперационного мониторинга соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) с целью предупреждения неврологических осложнений при удалении опухолей с использованием облучения инфракрасным лазером.

**Материал и методы.** У 38 пациентов с ИМО различной локализации до операции, во время операции, на 14–28-е сут после нее и в отдаленном послеоперационном периоде регистрировались ССВП на стимуляцию нервов верхних и (или) нижних конечностей. Анализировались характер и степень отклонений от нормы функции проведения спинного мозга в зависимости от локализации и объема опухоли.

**Результаты.** При послеоперационных обследованиях позитивная динамика параметров ССВП отмечена у 14,0 % больных, отсутствие существенных изменений — у 65,6 %. Показано, что на параметры ССВП могут оказывать кратковременное влияние хирургические манипуляции на этапах до непосредственного удаления опухоли, значения артериального давления. Длительный наркоз прогрессивно увеличивает время задержки ССВП. Эти факторы учтены при определении порога функциональной допустимости вмешательств на этапе удаления опухоли и на заключительном этапе с использованием лазерного облучения. Для оценки изменений отталкивались от значений параметров, измеренных в ситуации, непосредственно предшествующей данному этапу.

**Заключение.** Осуществление мониторинга ССВП на основных этапах операции позволяет дополнительно не травмировать спинной мозг, проводить тотальное удаление опухоли, предотвращать продолженный рост опухоли и получать хороший отдаленный клинический результат лечения.

**Ключевые слова:** интрамедуллярные опухоли, нарушение проводниковой функции спинного мозга, хирургия с применением лазера, интраоперационный мониторинг.

MONITORING OF SPINAL CORD FUNCTIONAL STATUS IN PATIENTS WITH INTRAMEDULLARY TUMORS

S.B. Tsvetovsky, V.V. Stupak

**Objective.** To analyze disorders in spinal cord function in patients with intramedullary tumors (IMT) and to ascertain informative value of intraoperative monitoring of somatosensory evoked potentials (SSEPs) for prevention of neurological complications during tumor removal using infrared laser irradiation.

**Material and Methods.** SSEPs were recorded from upper and/or lower extremity nerve stimulation in 38 patients with IMT of different localization before surgery, during operation, at 14 to 28 days after surgery, and at long-term follow-up period. The nature and the rate of spinal cord conduction abnormality depending on the tumor localization and volume were analyzed.

**Results.** Postoperative examination showed a positive dynamics of SSEP parameters in 14.0 % of patients, and the absence of significant changes — in 65.6 %. It was found that SSEP responses can reflect short-term effects of surgical manipulations before a direct tumor removal, and of arterial pressure. Long-lasting anesthesia progressively increases SSEP delay time. These factors are taken into account in determining a threshold for functional permissibility of intervention at the stage of tumor removal and at the final stage when laser radiation is applied. Changes were assessed by comparison with parameters obtained just before a given stage.

**Conclusion.** Monitoring of SSEPs at main stages of surgery allowed avoiding additional traumatization of the spinal cord, performing total removal of the tumor, preventing its continuous growth, and achieving of good long-term clinical results of the treatment.

**Key Words:** intramedullar tumors, disorder in spinal cord conduction function, laser surgery, intraoperative monitoring.

Hir. Pozvonoc. 2009; (2):83–90.

Интрамедуллярные спинальные опухоли вызывают у пациентов различной степени тяжести неврологические нарушения, обусловленные патологическими изменениями проводниковой функции спинного мозга. Удаление таких опухолей представляет собой значительную хирургическую агрессию, затрагивающую и функционирующие участки мозговой ткани, что связано с опасностью усугубления неврологического дефицита. В настоящее время с целью повышения степени радикальности удаления интрамедуллярных опухолей (ИМО) различной гистоструктуры, локализации и протяженности при одновременном уменьшении травматичности нами используется инфракрасное лазерное облучение ложа удаленной опухоли. Это повышает эффективность лечения, но побуждает принимать дополнительные меры контроля для исключения нежелательного термического воздействия на спинной мозг.

При лечении пациентов с ИМО актуально использование объективных инструментальных методов оценки функционального состояния спинного мозга в дооперационном периоде, для контроля динамики этих состояний после хирургического лечения и, что представляется наиболее важным, для интраоперационного мониторинга проводниковой функции спинного мозга с применением Nd-YAG-лазера. Для этого проводились электрофизиологические исследования: регистрировались показатели проведения по путям чувствительности, по задним отделам спинного мозга — соматосенсорные вызванные потенциалы (ССВП).

Цель исследования — анализ нарушений функции спинного мозга у пациентов с ИМО и выяснение информативности интраоперационного мониторинга ССВП с целью предупреждения неврологических осложнений при удалении опухолей с использованием облучения инфракрасным лазером.

## Материал и методы

Проведено обследование 38 пациентов с ИМО в предоперационном периоде и на 14–28-е сут после операции в зависимости от клинического течения послеоперационного периода, а также в отдаленном послеоперационном периоде. У этих же пациентов осуществили интраоперационный мониторинг.

Регистрировали ССВП на стимуляцию нервов только верхних (3 пациента) или верхних и нижних конечностей при локализации опухоли на шейном и/или верхнегрудном уровне (10 пациентов) или только нижних — при опухолях на грудном и поясничном уровнях (25 пациентов).

ССВП с верхних конечностей регистрировали на стимуляцию дистальных отделов срединных и локтевых нервов, с нижних — на стимуляцию большеберцовых и малоберцовых. Регистрирующие электроды располагались соответственно в корковых зонах представительства чувствительности верхних и нижних конечностей. Для регистрации ССВП на стимуляцию нервов верхних конечностей активный электрод устанавливали на контралатеральной стороне, на 7 см латеральнее сагиттальной линии и на 2 см кзади от вертекса; референтный электрод — на лобной поверхности в точке Fz по системе 10–20. От нижних конечностей, независимо правой или левой, ССВП регистрировали при расположении активного электрода на 2 см кзади от вертекса по сагиттальной линии; референтный электрод также располагали в точке Fz.

При анализе ССВП с верхних конечностей учитывали амплитуду, форму и задержку максимума основных негативных компонентов N20 и в целом комплекса N20 — P29, отражающих приход сенсорной импульсации в кору и первичную активацию соматосенсорной коры. Учитывали также параметры более поздних компонентов ССВП.

У ССВП на стимуляцию нервов нижних конечностей анализу под-

вергали амплитуду, задержку и форму основных позитивных компонентов P39. При этом учитывали наличие или отсутствие более поздних позитивных отклонений потенциала, поскольку снижение, уширение и задержка компонента P39 и непосредственный переход его в более задержанные позитивные отклонения свидетельствуют о десинхронизации ССВП, задержке части сенсорной импульсации, что является признаком нарушения проведения по спинному мозгу.

Интраоперационный мониторинг ССВП осуществляли с использованием в качестве регистрирующих электродов хирургических игл, вводимых под кожу для обеспечения длительно-го надежного контакта.

## Результаты

Обследования пациентов при поступлении в клинику выявили, что показатели ССВП у большинства пациентов (92,2%, n = 35) имеют различной выраженности признаки отклонений от нормы.

К отклонениям от нормы относили следующее: снижение амплитуды основных компонентов ССВП — компонента P39 у ССВП от нижних конечностей, компонента N20 у ССВП — от верхних; задержку, увеличение длительности, десинхронизацию этих компонентов; изменение формы последующих корковых компонентов ССВП. Оценивали различия изменений проведения с левых и правых конечностей. Асимметрия ССВП характерна для данного вида патологии, что позволяет объективно определять сторону наибольших функциональных нарушений.

У пациентов с опухолями на шейном и шейно-грудном уровнях мы не наблюдали полного отсутствия ССВП на стимуляцию нервов верхних конечностей. Лишь у одного пациента, имевшего кистозную ИМО на уровне C<sub>4</sub>–C<sub>6</sub> позвонков, совершенно не регистрировались компоненты N20 и последующие P23 — N30 ССВП на стимуляцию нервов одной верхней

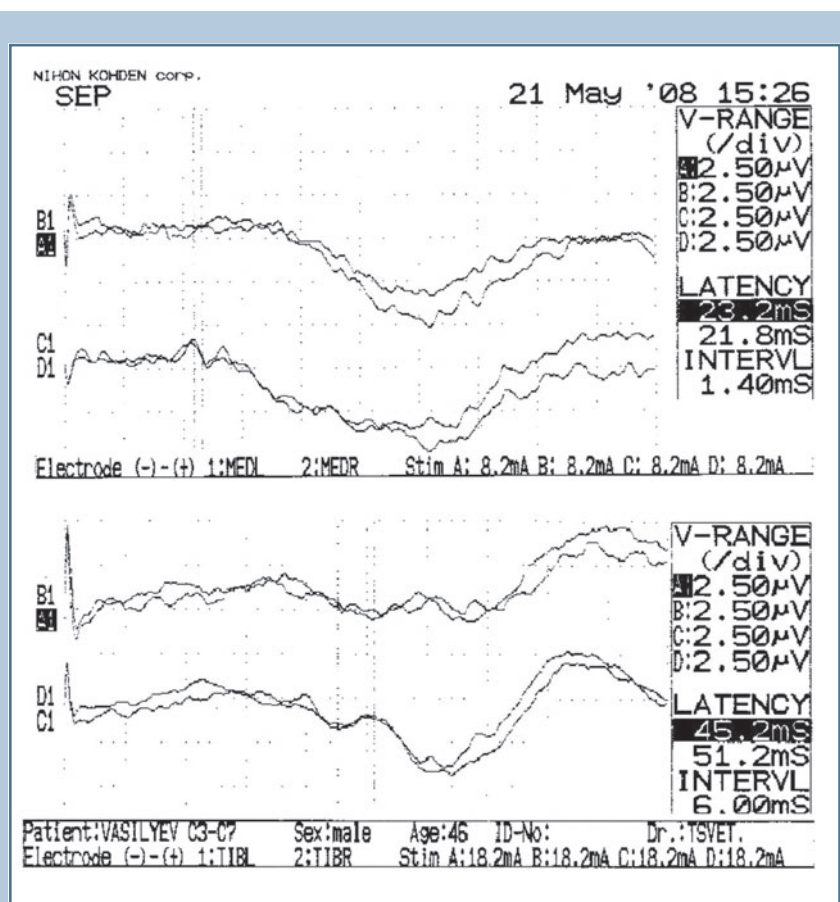
конечности (левой) при низкоамплитудных и измененных ССВП от правой. При этом у данного пациента ССВП на стимуляцию нервов нижних конечностей по параметрам амплитуды и формы были ближе к норме, чем ССВП на стимуляцию верхних (рис. 1).

ССВП на стимуляцию нижних конечностей не регистрировались в 21,1% случаев, среди них 15,8% от общего числа составили пациенты с опухолями, локализованными ниже шейного отдела.

Вызванные потенциалы на стимуляцию большеберцовых и малоберцовых нервов отражают состояние проведения от L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> сегментов до коры головного мозга, включая внутримышечный сегмент чувствительных путей. Проводниковая функция спинного мозга, оцененная посредством регистрации ССВП на стимуляцию нервов нижних конечностей, была нарушена у 33 из 35 пациентов. У 18 пациентов нарушения были двусторонними, при этом проведение с левой и правой конечности заметно различалось по степени изменений. У 5

человек отсутствовал основной позитивный компонент Р39. Ни в одном случае не было чувствительных нарушений на стороне, с которой регистрировались вызванные потенциалы с близкими нормальными параметрами компонентов Р39 на стимуляцию обеих ветвей седалищного нерва.

При послеоперационных обследованиях позитивная динамика параметров ССВП отмечена у 14,0% больных, отсутствие существенных изменений — у 65,6%, ухудшение показателей проведения, в том числе с одной из конечностей, — у 20,4%. Улучшение параметров ССВП свидетельствует о том, что основным фактором нарушения проведения являлось компримирующее действие опухоли в отношении проводящих путей, устраняемое при удалении опухоли. Отсутствие изменений также может быть отнесено к положительным результатам хирургического лечения, свидетельствующим о минимальной травматизации спинного мозга при использованной технике хирургического лечения с применением лазерного облучения. Предупреждению осложнений способствовал интраоперационный мониторинг ССВП. Нужно отметить, что в литературе отсутствуют данные о воздействии на функцию проводящих путей спинного мозга лазерного облучения в ходе операции, имеющиеся данные, полученные при интраоперационном мониторинге, отражают лишь результаты хирургической агрессии, временной или продолжающейся ишемии. При этом в качестве критерия возникновения опасности нежелательных последствий принимается определенное увеличение значений латентности потенциалов N20 или Р39 по отношению к измеренным в условиях анестезии в начале операции без учета того обстоятельства, что в условиях длительного наркоза латентное время компонентов увеличивается независимо от тяжести хирургической агрессии. Нами при поэтапном удалении опухоли с использованием лазерного хирургического инструмента этот фактор учитывался. Монито-



**Рис. 1**

Соматосенсорные вызванные потенциалы на стимуляцию срединных нервов (две верхние кривые) и на стимуляцию нервов (две нижние кривые): значительное снижение проведения по путям чувствительности с левой верхней конечности при лучшей сохранности проведения с левой нижней и относительно небольших изменениях проведения с правых конечностей при локализации опухоли на шейном уровне C<sub>4</sub>–C<sub>6</sub>

ринг позволял отмечать кратковременные преходящие изменения функции проведения, связанные с интенсивными хирургическими манипуляциями, а также выявлять нарушения, обусловленные причинами иными, чем непосредственно удаление опухоли с применением лазера.

Так, отмечена связь параметров ССВП с показателями артериального давления (АД). При снижении АД до значений 90/60 мм рт. ст. наблюдалось снижение амплитуды и увеличение задержки ССВП (рис. 2).

Таким образом, в 25 (71,0%) случаях в ходе операции имели место как кратковременные изменения (ухудшения) параметров ССВП, связанные с хирургической агрессией, так и медленно развивающиеся умеренные изменения, определяемые качеством нейродинамики, зависящей, в свою очередь, от глубины наркоза и состояния гемодинамики. Постепенное увеличение задержки ССВП при длительном пребывании под наркозом наблю-

далось у всех пациентов, в том числе и тогда, когда амплитуда снижалась незначительно и форма оставалась стабильной.

Обратимые ухудшения параметров ССВП во время операции, длящиеся более 4 мин, были зафиксированы в 8 случаях, в 5 из них при послеоперационных обследованиях зафиксировано ухудшение параметров ССВП по сравнению с зарегистрированными до операции, хотя существенного изменения неврологического статуса не наблюдалось. Таким образом, когда показатели проведения по путям чувствительности временно нарушаются во время операции, их возвращение к норме при последующем обследовании выявляется не всегда. Даже временное нарушение функции дорсального столба может увеличить риск ранних вторичных изменений.

Продолжающееся ухудшение параметров ССВП во время операции было зафиксировано в 11 случаях. К такому мы относили ситуации сниже-

ния амплитуд компонентов N20 и P39 с изменением их формы. В 5 случаях амплитуда снижалась до значений 50–60% от исходной, в 2 — наблюдалось исчезновение этих компонентов во время операции на этапе удаления опухоли, при этом не использовалось лазерное облучение.

В одном случае при удалении опухоли, локализованной на уровне C<sub>1</sub>–C<sub>3</sub> позвонков, было зарегистрировано резкое снижение и задержка ССВП на стимуляцию срединного нерва на правой руке, параметры которых и исходно были сниженными, в отличие от ССВП от левой руки. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что значительное ухудшение показателей проведения с исходно проблемной стороны наступило в конце ламинэктомии, до вскрытия твердой мозговой оболочки. При этом ССВП с противоположной конечности существенно не менялись, в конце операции, на этапе пластики твердой мозговой оболочки, определенно регистрировалась их положительная динамика по сравнению с этапом удаления опухоли. У одной пациентки с опухолью на уровне C<sub>2</sub>–C<sub>5</sub> позвонков исчезновение ССВП на стимуляцию правого срединного нерва произошло также после ламинэктомии.

У 5 пациентов с дооперационной утратой N20 и P39 компонентов частичное восстановление ССВП после операции наблюдалось только однажды, через три недели после операции. Из двух пациентов с нормальными потенциалами полностью нормальными до операции они были только у одного.

Из 36 пациентов, оперированных с применением лазера, в отдаленном послеоперационном периоде записи ССВП выполнены лишь 16 пациентам. Период времени от операции до послеоперационного ССВП-обследования значительно варьировал, от 6 мес. до 10 лет.

Только 4 (25,0%) пациента имели нормальные ССВП на стимуляцию срединных нервов обеих верхних конечностей. Измененные ССВП имели основной негативный компонент

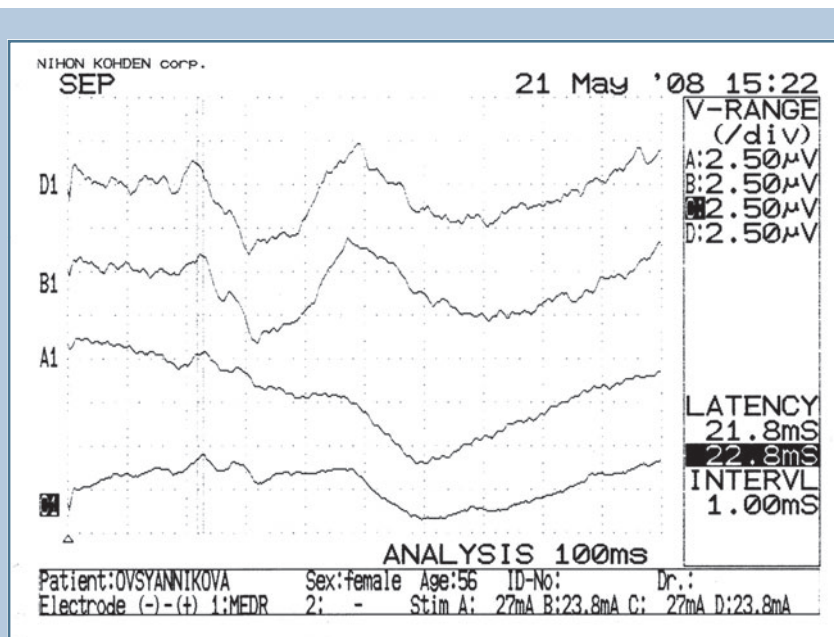


Рис. 2

Снижение амплитуды соматосенсорных вызванных потенциалов в ходе операции при снижении системного артериального давления со значений 170/90–170/95 (две верхние кривые) до значений 90/60–88/60 (две нижние кривые)

N20 при варьирующих по амплитуде и форме последующих компонентах. Компонент N20 был в норме у 8 (50,0%) пациентов, 2 пациента имели нормальные потенциалы на стимуляцию большеберцовых нервов обеих нижних конечностей с хорошо выраженными компонентами P39.

*Клинический пример.* Пациентка П., 1973 г.р., поступила в клинику нейрохирургии с диагнозом «процедив ИМО на уровне шейного отдела позвоночника (C<sub>3</sub>–C<sub>5</sub>)».

Из анамнеза выяснено, что заболела год назад, когда стала отмечать боли в шейном отделе позвоночника. Через 6 мес. появилась и стала прогрессировать слабость в левой ноге, а затем в правой и руке. Последние полгода слабость значительно выросла, передвижение с помощью палочки. Появились расстройства мочеиспускания по типу задержки. Обратилась на консультацию и госпитализирована в одно из нейрохирургических отделений с подозрением на опухоль спинного мозга.

Произведенное МРТ-исследование спинного мозга выявило ИМО на шейном уровне C<sub>4</sub>–C<sub>5</sub> позвонков. Произведена ламинэктомия на уровне C<sub>4</sub>–C<sub>5</sub> позвонков, частичное удаление опухоли, опорожнение опухолевой кисты. Гистологический диагноз — астроцитомы. После операции незначительно выросла неврологическая симптоматика в виде углубления тетрапареза. В послеоперационном периоде на место частично удаленной опухоли проведена гамма-терапия в стандартной дозировке.

Спустя 4 мес. после операции появилась и стала нарастать клиника продолженного роста опухоли. Госпитализирована в НИИТО с подозрением на продолженный рост ИМО на уровне шейного отдела позвоночника.

В неврологическом статусе при поступлении у пациентки выявлялся средней степени спастический тетрапарез, больше выраженный слева. Локальная болезненность при перкуссии шейного отдела позвоночника. Расстройства чувствительности по проводниковому типу с уровня

C<sub>5</sub>–C<sub>6</sub> сегментов с двух сторон. Нарушение функции тазовых органов по типу задержки.

На обзорных рентгенограммах шейного отдела позвоночника в двух проекциях выявлены дефекты C<sub>4</sub>–C<sub>5</sub> дужек позвонков как результат предыдущей операции.

Данные МРТ-исследования: на уровне C<sub>3</sub>–C<sub>5</sub> позвонков интрамедуллярно объемное образование смешанной формы (кистозно-солидное) размером 6,0 x 1,2 x 1,5 см, не имеющее четких границ со спинным мозгом.

На основании клинико-томографического исследования пациентке установлен диагноз «процедив ИМО спинного мозга (астроцитомы) на уровне C<sub>3</sub>–C<sub>5</sub> позвонков».

Осуществлялось мониторирование вызванных потенциалов до операции, перед введением больной в наркоз, после дачи наркоза, во время операционного доступа, при удалении ИМО и на последнем этапе — лазерной фотокоагуляции оставшейся части опухоли.

Операционный доступ к опухоли осуществляли в положении пациентки сидя. Под эндотрахеальным наркозом произведен разрез мягких тканей по ходу старого послеоперационного рубца. Выделен костный дефект и дополнительно скелетирована дужка C<sub>3</sub> позвонка. С использованием микрохирургической техники (под 6-кратным увеличением) произведена дополнительно типичная ламинэктомия C<sub>3</sub> позвонка. Под твердой мозговой оболочкой, рубцово-измененной, на протяжении 5–6 см обнаружено выбухающее плотное образование. Произведено вскрытие твердой мозговой оболочки линейным разрезом от C<sub>2</sub> до C<sub>6</sub> позвонков, края ее после миелорадикулолиза разведены в обе стороны. Под твердой мозговой оболочкой обнаружен резко увеличенный в размере спинной мозг. Пульсация его отсутствовала. На уровне C<sub>4</sub> позвонка на задней поверхности спинного мозга обнаружена опухоль серо-вишневого цвета на площади 3 x 5 мм. Кверху и книзу от опухоли произведена миелотомия длиной

7 см. Обнаружена ИМО серо-вишневого цвета, содержащая множество мелких кист, с окружающим мозгом опухоль не имела четких границ.

Используя микрохирургическую технику, ультразвуковой аспиратор провели основной этап операции — удалили ИМО в пределах видимых границ. При этом четко границу «опухоль — мозг» верифицировать не удалось. После удаления опухоли спинной мозг значительно уменьшился в размере, запад, хорошо затульсировал. В нем образовалась полость размером 5 x 1,5 x 1,5 см. Стенки полости умеренно кровоточили, были серого цвета. Раствором перекиси водорода и марлевыми ватниками в полости спинного мозга осуществили тщательный гемостаз.

После выполнения основного этапа операции функция проведения по спинному мозгу не претерпела изменений, которые могли быть прогностически неблагоприятными (рис. 3). Амплитуда основного позитивного компонента P39 составляла не менее 63% от значения, зарегистрированного на этапе доступа, непосредственно предшествующем удалению. Разница в задержках максимумов P39 не превышала 1,5 мс, что составляло менее 4% от контрольного значения — 52,8 мс на этапе перед удалением.

На заключительном этапе операции в связи с тем, что показатели вызванных потенциалов были не ниже критических, то есть амплитуда не снизилась более чем на 50% и не произошло значительного, достигающего 15% увеличения задержки, стенки образовавшейся полости обработаны лучом Nd-YAG-лазера по отработанной методике. После обработки оставшейся части опухоли вызванные потенциалы оставались следующими: амплитуда пика P39 зарегистрирована равной 1,34 мкВ, то есть не менее 87% от значения перед удалением, задержка не превышала 52,8 мс, то есть была меньше, чем сразу после удаления. Твердая мозговая оболочка ушита наглухо. Мягкие ткани ушиты послойно.

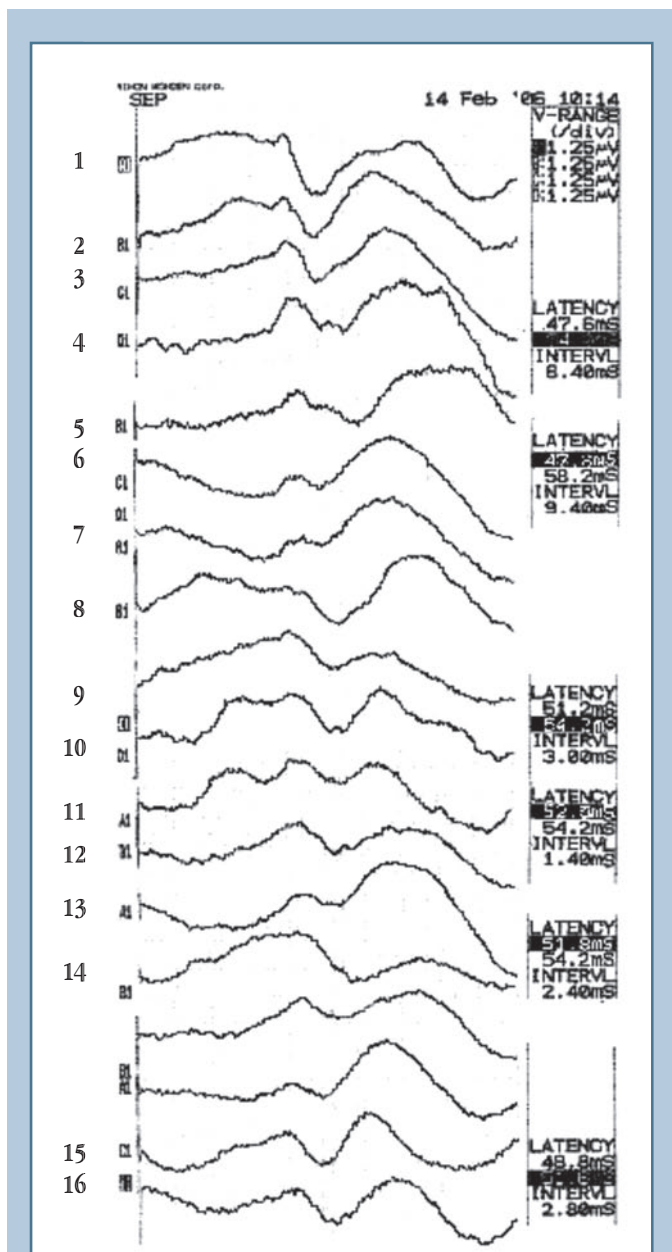


Рис. 3

Интраоперационный мониторинг проводниковой функции спинного мозга путем регистрации соматосенсорных вызванных потенциалов на стимуляцию большеберцового нерва: 1 – наркоз; 2 – подготовка к ламинэктомии; 3 – снижено АД; 4 – вскрытия *dura mater*; 5 – натяжение арахноидальной оболочки (АД 102/58); 6 – раздвижение задних столбов; 7 – манипуляции на задних столбах; 8 – хирургическая агрессия минимальна; 9 – доступ; 10 – доступ; 11 – удаление; 12 – после облучения лазером; 13 – гемостаз; 14 – швы, механическая нестабильность; 15 – уход; 16 – добавлен пропופол

Гистологический диагноз — астроцитома 2-й степени анаплазии. В послеоперационном периоде состояние пациентки оставалось удовлетворительным. Неврологическая симптоматика не выросла.

Контрольная МРТ спинного мозга, проведенная на 7-е сут с момента операции, подтвердила отсутствие опухоли. Отек спинного мозга сохранялся на дооперационном уровне. Пациентка через три недели с момента операции с регрессирующим нижним парапарезом ушла из клиники на своих ногах.

Контрольное клинико-томографическое обследование, проведенное через шесть лет после операции, подтвердило отсутствие опухоли. Пациентка работает по специальности. В неврологии имеется лишь рефлекторный парез в верхних и нижних конечностях.

МРТ-исследование спинного мозга не выявило роста опухоли.

Обнаруживаемые при мониторинге изменения ССВП позволяли оперативно менять хирургическую тактику, поскольку 2–3-кратное снижение вольтажа компонента Р39 по отношению к значению, измеренному на предыдущем этапе операции, сопровождающееся увеличением задержки при отсутствии восстановления параметров ССВП (позитивной динамики) во временном интервале более 4 с с вероятностью 0,62, оказалось связанным с ухудшением в послеоперационном периоде электрофизиологических показателей функционального состояния спинного мозга. Регистрация подобных изменений служила основанием для принятия мер к предотвращению нарастания неврологического дефицита.

В качестве иллюстрации приводим пример, когда оперирующая бригада прекратила лазерную фотокоагуляцию неудаляемой части инфильтративно растущей опухоли в связи со значительным снижением амплитуды Р39 (более 50%) и увеличением задержки на 4 мс — 11% (рис. 4).

## Обсуждение

Данные об использовании интраоперационного нейрофизиологического мониторинга путем регистрации ССВП при удалении ИМО мало представлены в литературе, в частности это объясняется тем, что интрамедуллярные спинальные опухоли оставляют лишь небольшой 2–4% от всех опухолей центральной нервной системы у взрослых. F. Mauguiere et al. [4] рассматривали как значимые следующие изменения ССВП: любое исчезновение, снижение вольтажа более чем на 50%, увеличение латентности потенциалов Р14, N20 или Р39 более чем на 10% по отношению к измеренным в начале операции в условиях анестезии. Такие изменения вызванных потенциалов, по данным авторов, являлись своеобразным рубежом, после которого у больного в послеоперационном периоде углубляется неврологическая симптоматика. При этом в публикации сообщается о прогности-

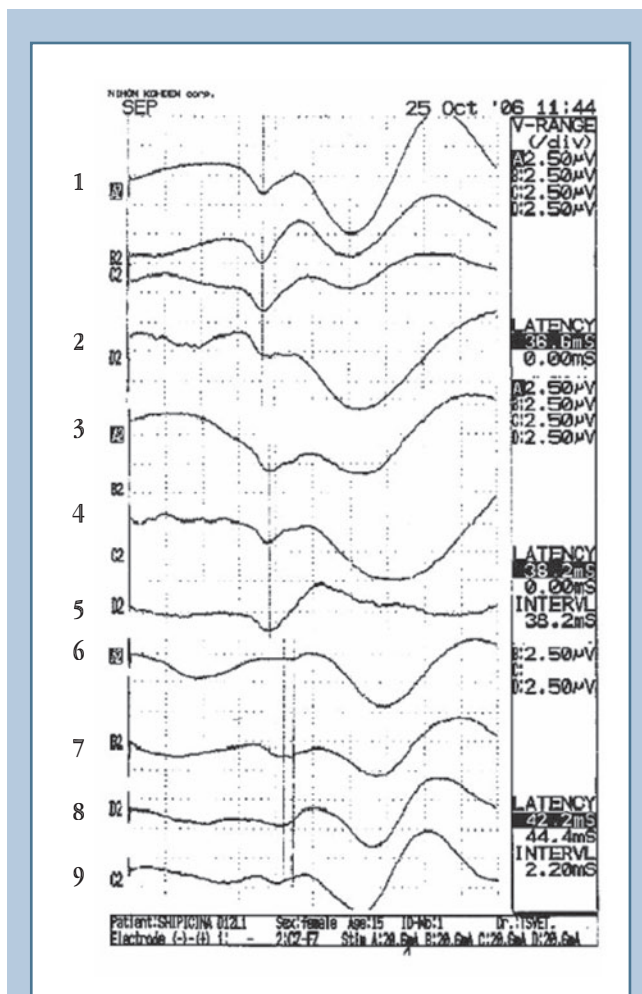


Рис. 4

Пример мониторинга соматосенсорных вызванных потенциалов, данные которого служили основанием для прекращения лазерной фотокоагуляции неудаляемой части инфильтративно растущей опухоли: 1 – начало операции; 2 – скусывание дужек; 3 – доступ; 4 – перед вскрытием *d.t.*; 5 – начало удаления; 6 – удаление; 7 – убрана в основном, лазер; 8 – после лазера; 9 – отказ от дальнейшего обследования

ческой значимости подобных изменений, но отсутствуют сведения о коррекции хирургической тактики при их обнаружении. Наблюдая в ряде случаев обратимые нарушения вызванных потенциалов во время операции, авторы не пришли к определенному выводу о том, являются ли обратимые нарушения предикторами неврологических осложнений или их обратимость прогностически благоприятна.

Схожие критерии угрожающих изменений функции проведения по спинному мозгу принимались и при других

оперативных вмешательствах: на позвоночнике, на магистральных кровеносных сосудах [5, 6].

Есть указания на использование рядом авторов в хирургии позвоночника менее строгих критериев возникновения опасности для спинного мозга, допускающих, например, 60% снижение амплитуды. При этом не рассматривался вопрос о том, какой может быть максимальная продолжительность таких изменений, при которой возникновение послеоперационного неврологического дефицита еще маловероятно. Этот аспект оценивался при мониторинге методом вызванных потенциалов функции спинного мозга при операциях на торакоабдоминальной аорте [2, 3].

Данные о максимально допустимой продолжительности интраоперационных изменений вызванных потенциалов при временных ишемиях спинного мозга, обусловленных вмешательствами на крупных кровеносных сосудах, неоднородны. Наиболее жесткими являются временные границы в пределах 4–5 мин.

Нужно отметить, что в литературе данные, полученные при интраоперационном мониторинге, отражают лишь результаты хирургической агрессии, временной или длительной ишемии. Данные же о воздействии лазерного облучения на функцию проводящих путей спинного мозга отсутствуют.

Необходимо отметить, что принятие в качестве критерия возникновения опасности нежелательных последствий увеличение латентности потенциалов P14, N20 или P39 более чем на 10% по отношению к измеренным в условиях анестезии в начале операции не учитывает того обстоятельства, что в условиях длительного наркоза латентное время компонентов вызванных потенциалов увеличивается независимо от тяжести хирургической агрессии. Как было показано ранее [1], такое увеличение задержек имеет место и для наиболее устойчивых к действию факторов наркоза стволовых слуховых вызванных потенциалов, причем степень этого увеличения связана с типом используемого для основного наркоза анестетика: например, при использовании пропофола увеличение задержек вызванных потенциалов менее выражено, чем при применении кетамина. Обусловленное длительным пребыванием пациента в условиях наркоза увеличение задержек вызванных потенциалов может достигать значения более 11%, при этом и витальные функции в ходе операции, и исходные не отличаются значительно от ситуаций с меньшим увеличением задержек.

В связи с отмеченным выше мы при осуществлении контроля функционального состояния спинного мозга в ходе операции, в частности на основном этапе удаления опухоли и на заключительном этапе с использованием лазерного облучения, для оценки изменений отталкивались от значений параметров, измеренных в ситуации, непосредственно предшествующей данному этапу. Это позволило осуществлять наиболее радикальное удаление ИМО, не имеющих четких границ со спинным мозгом, избегая одновременно травматизации спинного мозга. Обеспечивающую макси-

мально радикальное удаление фотокоагуляцию проводили сеансами под контролем ССВП, переход от одного сеанса к другому осуществлялся, если амплитуда максимума компонента P39 не снижалась более чем на 50% и увеличение задержки максимума P38 составляло не более чем 15% по сравнению с характеристикой ССВП до начала лазерной фотокоагуляции, при темпе восстановления во временном интервале 4–5 мин. Количество сеансов определяли по объему оставшейся части опухоли.

### Заключение

Приведенные примеры использования интраоперационного мониторинга проводниковой функции спинного мозга путем регистрации ССВП подтверждают целесообразность и эффективность такого контроля, а также адекватность принятых критериев риска неврологических осложнений. Осуществление мониторинга вызванных потенциалов на основных этапах операции, особенно при удалении опухоли

и ее лазерной фотокоагуляции, позволило дополнительно не травмировать спинной мозг (об этом свидетельствует отсутствие нарастания неврологической симптоматики в послеоперационном периоде и прежняя степень отека спинного мозга в зоне оперативного вмешательства по контрольным МРТ), проводить тотальное удаление опухоли, предотвращать продолженный рост опухоли и получать хороший отдаленный клинический результат лечения.

### Литература

1. Способ прогнозирования исхода хирургических вмешательств при удалении базальных менингиом с применением Nd-YAG-лазера: Патент № 2281689 от 20.08.2006 / Е.В. Терещенкова, В.В. Ступак, С.Б. Цветовский и др. // Бюл. № 23. С. 164
2. **Gharagozloo F., Larson J., Dausmann M.J., et al.** Spinal cord protection during surgical procedures on the descending thoracic and thoracoabdominal aorta: review of current techniques // *Chest*. 1996. Vol. 109. P. 799–809
3. **Laschinger J.C., Cunningham J.N.Jr., Cooper M.M., et al.** Monitoring of somatosensory evoked potentials during surgical procedures on the thoracoabdominal aorta. I. Relationship of aortic cross-clamp duration, changes in somatosensory evoked potentials, and incidence of neurologic dysfunction // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1987. Vol. 94. P. 260–265.
4. **Mauguière F., Ibañez V., Turano G., et al.** Neurophysiology // In: *Intramedullary Spinal Cord Tumors*. G. Fischer, J. Brotchi (Eds). N. Y., 1996. P. 24–33.
5. **Owen J.H.** Monitoring during surgery for spinal deformities // In: *The Textbook of Spinal Surgery*, 2nd ed. K.H. Bridwell, R.L. DeWald (Eds). Philadelphia, 1997. P. 46–69.
6. **Schramm J.** Evozierte Potentiale in der intraoperativen Überwachung // In: *Evozierte Potentiale in Klinik und Praxis*. J. Jorg, H. Hielscher (eds). Springer-Verlag, 1993. P. 241–267.

#### Адрес для переписки:

Цветовский Сергей Борисович  
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,  
НИИТО,  
scvetovskiy@niito.ru

Статья поступила в редакцию 17.02.2009