

ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СТВОЛА МОЗГА ПРИ УДАЛЕНИИ БАЗАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ, ОСОБЕННОСТИ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ВИТАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ (СООБЩЕНИЕ 1)

Сергей Борисович ЦВЕТОВСКИЙ, Вячеслав Владимирович СТУПАК

*ФГБУ Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии Минздрава России
630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 17*

В ходе нейрохирургических операций по удалению базально расположенных опухолей функциональное состояние ствола мозга контролировалось путем регистрации коротколатентных акустических потенциалов. Их параметры сопоставлялись с параметрами, контролируемые анестезиологом. Обнаружено, что увеличение в ходе операции задержек компонентов акустических ствольных вызванных потенциалов при сохранении соотношения амплитуд и без грубых изменений соотношения межпиковых интервалов не является коррелятом каких-либо ствольных нарушений, угрожающих витальным функциям. В отсутствие повреждающего действия на ствол коротколатентные слуховые вызванные потенциалы в большей мере отражают особенности и течение анестезиологического обеспечения.

Ключевые слова: ствол мозга, интраоперационный мониторинг, наркоз, витальные функции.

Использование лазерного хирургического инструмента при операциях по поводу удаления опухолей мозга уменьшает кровопотерю, существенно снижает инвазивность хирургического вмешательства [1]. Однако при удалении базально расположенных опухолей важно контролировать функциональное состояние ствольных отделов мозга с целью определения допустимых границ вмешательства и предупреждения возможного нежелательного термического воздействия на ствол. В литературе имеются сведения об использовании регистрации коротколатентных акустических вызванных потенциалов (так называемых ствольных ВП) для интраоперационного мониторинга состояния ствольных структур [2–5]. Однако в некоторых случаях данные о чувствительности коротколатентных ВП (слуховых и соматосенсорных) к ствольным повреждениям являются противоречивыми [6].

При этом, если вопрос о влиянии наркоза на соматосенсорные потенциалы, используемые в операционной в основном для мониторинга проводниковой функции спинного мозга и локализации зон соматической чувствительности в коре, освещен в литературе весьма широко [7–11], то данные об изменениях ствольных вызванных потенциалов, считающихся устойчивыми к наркозу, ограничены [2, 12, 13].

Остается неясным, в какой степени изменения параметров акустических ствольных вызванных потенциалов (АСВП) при интраоперационном мониторинге определяются хирургическими манипуляциями, в частности термическим воздействием лазера на близко расположенную к стволу опухоль, и каков вклад в эти изменения различных видов наркоза, гемодинамической ситуации и других факторов, контролируемых анестезиологом.

В связи с этим представляется важным проведение сопоставлений результатов мониторинга состояния ствола путем регистрации АСВП на различных этапах операции в условиях разных видов наркоза с данными мониторинга витальных функций: артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений, сатурации кислорода и концентрации CO_2 на выдохе.

В связи с объемом полученных данных и тем обстоятельством, что основными характеристиками вызванных потенциалов являются амплитуда и латентное время, представление материала разделено на два сообщения, в первом из которых рассматриваются вопросы о влиянии наркоза и хирургических манипуляций на задержки мониторируемых ВП, во втором – о связи этих же действующих факторов и

параметров, контролируемых анестезиологом, с амплитудными характеристиками ВП.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Мониторинг состояния мозгового ствола осуществлялся нами у 32 пациентов (8 мужчин и 24 женщины в возрасте от 26 до 65 лет, средний возраст 47,2 года), которые были оперированы по поводу менингиом различной базальной локализации (26 человек) и невриноом слухового нерва (6 человек). С целью мониторинга регистрировались коротколатентные акустические (стволовые) вызванные потенциалы, использовался электромиограф «Нейропак-2» фирмы «Нихон Коден» (Япония). Для обеспечения интраоперационной регистрации звуковые стимулы подавались с помощью малогабаритных телефонов, интенсивность стимулов 100 дБ, полярность – биполярная (сжатие/разрежение). Отведение вызванных потенциалов производилось подкожно вводимыми электродами, изготовленными с использованием хирургических игл. В качестве критериев нормы рассматривались данные, приведенные в работах [4, 14]. При микрохирургической резекции менингиом применялся Nd-Yag-лазер с длиной волны 1,06 мкм, все невриномы удалялись с использованием стандартных медицинских технологий. Средняя продолжительность операций составила 3 ч 35 мин. В качестве основного наркоза для 20 пациентов использовался кетамин, для 12 – пропофол. При необходимости применялись препараты, регулирующие гемодинамику, в основном клофелин, с целью снижения артериального давления, имеющего тенденцию к повышению при кетаминном наркозе. Статистический анализ осуществлялся с использованием критерия Стьюдента и коэффициента корреляции Пирсона. Послеоперационные обследования проводились в сроки от 6 до 14 дней. Исследования выполнены с соблюдением биоэтических норм, нейромониторинг входит в стандарт медицинских технологий, разработанных в Новосибирском НИИ травматологии и ортопедии (в том числе «Удаление менингиом основания черепа с применением ND-YAG-лазера с длиной волны 1,06 мкм»), утвержденных Министерством здравоохранения РФ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В предоперационном периоде производилась регистрация исходных АСВП с целью определения оптимальных условий мониторинга.

У пациентов с невриномами слухового нерва регистрировались односторонние измене-

ния АСВП, от небольших, не выходящих за границы нормы, до выраженного одностороннего снижения первого компонента, генерируемого слуховым нервом, увеличения межпикового интервала I–III, грубого снижения или отсутствия третьего компонента. Увеличенной при этом была и задержка комплекса компонентов IV–V на стороне поражения, амплитуда снижена. В таких случаях для мониторинга использовались АСВП, регистрируемые со стороны с более сохранными вызванными ответами.

В предоперационном периоде у пациентов с менингиомами выраженные отклонения от нормы слуховых стволых ВП отмечены лишь в 26 % случаев. При этом в отличие от пациентов с опухолями мосто-мозжечкового угла или с невриномами слуховых нервов регистрация ВП не выявляла выраженных латеральных различий, с односторонним снижением или выпадением первых трех компонентов коротколатентных слуховых ВП. У исследованного контингента больных с менингиомами в случае наличия очевидно определяемых изменений ВП на первом плане были изменения собственно стволых компонентов IV и V различной степени выраженности. Первоочередные изменения стволых компонентов IV и V имели место у больных с гигантской менингиомой ольфакторной ямки, опухолью основной кости. Лишь в двух случаях у пациентов с опухолью основной кости выявлялось также поражение слухового нерва и выраженная асимметрия ВП в левом и правом отведениях, касающаяся как компонентов, за генерацию которых ответственны периферические структуры нервного аппарата слуха, так и стволых компонентов. Небольшие проявления асимметрии, выражающиеся в особенностях соотношения амплитуд и задержек максимумов компонентов, встречались практически у всех остальных обследуемых больных. Выявлялась эта асимметрия в основном при моноауральной стимуляции слева и справа.

Наркоз существенно снижал амплитуду и увеличивал задержки компонентов ВП по сравнению с регистрацией в дооперационном периоде. Увеличение задержки компонента V АСВП, наблюдавшееся уже на этапе трепанации, до начала хирургического вмешательства на собственно мозговых структурах, достоверно ($p < 0,01$) различалось в зависимости от того, какой анестетик использовался для основного наркоза: при кетамине оно составляло от 3,4 до 14,8 % (в среднем 7,0 %), при пропофоле – от 0,4 до 4,8 % (в среднем 2,8 %). При совместном применении пропофола и кетамина (2 случая) увеличение времени задержки компонента V

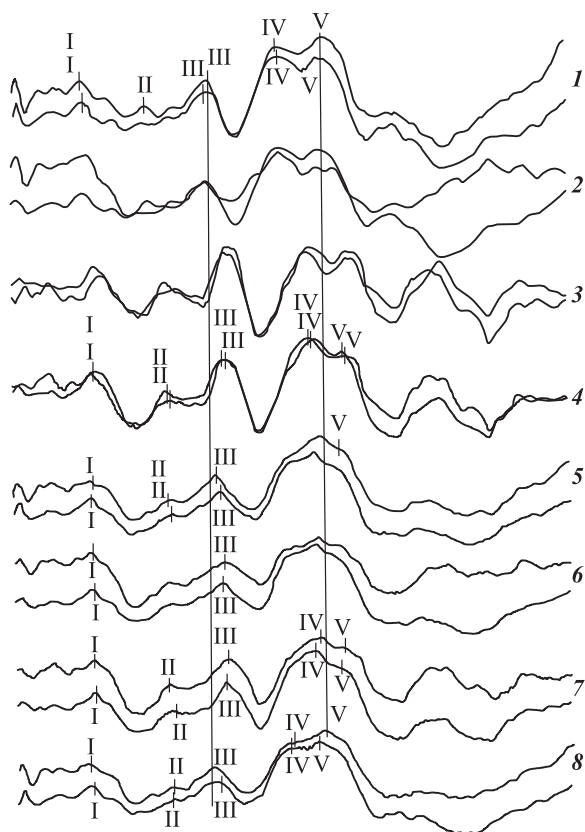


Рис. 1. Интраоперационный мониторинг функционального состояния ствола мозга при удалении базально расположенных опухолей с применением лазерного хирургического инструмента. 1 – обследование до операции; 2 – начало операции; 3 – подход, выделение опухоли, увеличение задержки компонентов IV–V; 4 – продолжение выделения; 5 – начало удаления, 6 – удаление, «сглаживание» комплекса IV–V, снижение компонента V; 7 – окончание удаления; 8 – опухоль удалена, задержки меньше

составило соответственно 7,2 и 8,7%. Данные двух пациентов с летальным исходом в послеоперационном периоде в анализ не включены. Таким образом, при использовании в качестве основного наркоза кетамина нейродинамические процессы замедляются в существенно большей степени, чем при применении пропофола.

Увеличение задержки коррелирует с длительностью времени пребывания под наркозом. Продолжительность операции, время пребывания пациента под наркозом влияют на задержку всех компонентов ВП. При длительных операциях увеличивается латентное время в том числе и компонента I, генерируемого слуховым нервом. При этом и витальные функции в ходе операции, и исходы не отличаются значимо от ситуаций с меньшим увеличением задержек.

Соотношения задержек максимумов компонентов АСВП в условиях продолжительного

наркоза без механических, тепловых и прочих повреждений стволовой области сохраняются практически равными таковым до операции. Увеличение времени задержки компонентов V (источником генерации которого, по данным литературы, считаются нижние бугры четверохолмия) и III (верхний оливарный комплекс) происходит синхронно пропорционально.

Пример данных мониторинга с регистрацией слуховых стволовых ВП на различных этапах операции с применением лазера приведен на рис. 1.

В данном случае представлены АСВП пациента, оперированного с целью удаления гигантской менингиомы. Наиболее выраженное и быстрое увеличение задержки компонента V, увеличение межпикового интервала IV–V произошло на этапе выделения опухоли. На этапе удаления регистрировалось «сглаживание» комплекса IV–V, составляющие его компоненты были плохо дифференцированы. После удаления опухоли задержка комплекса уменьшилась.

При этом отмечены различия изменений в ходе операции мозговой нейродинамики в зависимости от используемого для наркоза анестетика. Обнаружено, что степень увеличения задержки всех компонентов слуховых ВП зависит от типа применяемого для основного наркоза препарата: при использовании пропофола она существенно меньше, чем при кетаминовом наркозе с добавлением фентанила. Если при использовании кетамина у одного из пациентов зарегистрировано приращение времени задержки пятого компонента ВП к концу операции 1,28 мс (с 6,02 мс в начале операции до 7,29 мс в конце, 27,2%, рис. 2), то при применении пропофола она никогда не превышала 0,72 мс (12,7%). Нужно отметить, что максимальные в процентном выражении увеличения задержек АСВП на начальных этапах операции по отношению к зарегистрированным при предоперационных обследованиях и максимальные при-

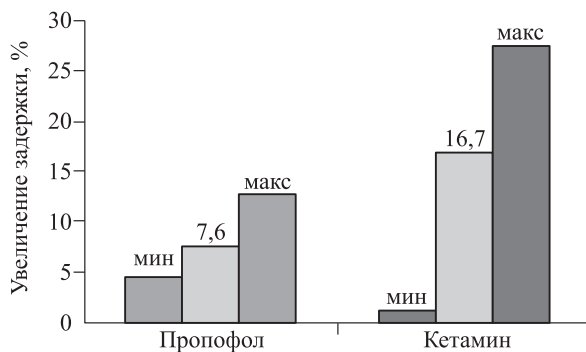


Рис. 2. Увеличение в ходе операции задержки компонента V АСВП при разных видах наркоза

ращения задержек в ходе операций отмечались у разных пациентов.

Регистрировавшееся нами увеличение задержки компонентов V АСВП под действием использовавшихся анестетиков отличает полученные данные от приводимых в обзоре Vanoub et al. [15], где пропофол и кетамин обозначены как не влияющие на латентность пика V, но при этом совершенно не рассматривается фактор продолжительного действия наркоза.

Обусловленные длительным наркозом изменения мозговой нейродинамики имеют последствие в послеоперационном периоде. Так, при сопоставлении АСВП, регистрируемых через 2 недели после операции с теми, что были зарегистрированы до нее, отмечалось, что при нормализации формы и соотношения компонентов вызванных потенциалов увеличения амплитуды компонента V (например, после удаления гигантской менингиомы) задержки комплекса IV–V были большими, чем при предоперационном обследовании.

Укорочение латентного времени компонента III и пиков комплекса IV–V по отношению к предыдущему этапу операции на величину более 3 % зарегистрированы только у 4 пациентов, у 3 из них это укорочение происходило после удаления объемных опухолей, могущих оказывать компрессирующее воздействие на ствол (у двух – гигантских менингиом, у одной – невриномы слухового нерва), на конечной стадии операции; в одном случае нестабильные параметры АСВП регистрировались на фоне нестабильной гемодинамики. У пациентов с менингиомами интраоперационное уменьшение задержки компонента V после удаления опухоли совпадало с уменьшением задержек в послеоперационном периоде по отношению к обследованиям до операции.

Следует, однако, иметь в виду, что наличие интракраниальных объемных образований, не затрагивающих непосредственно структуры, генерирующие ВП, но оказывающие на них компрессирующее и, главное, смещающее воздействие, может приводить к парадоксальному уменьшению латентного времени компонентов ВП, например зрительных [13]. В этом случае послеоперационное увеличение латентности компонента без выхода за значения, определяемые в литературе как заведомо патологические, может считаться признаком нормализации функционального состояния.

Так, в послеоперационном периоде увеличение задержки или сохранение значений, практически не отличающихся от таковых при обследовании до операции, зарегистрировано не у

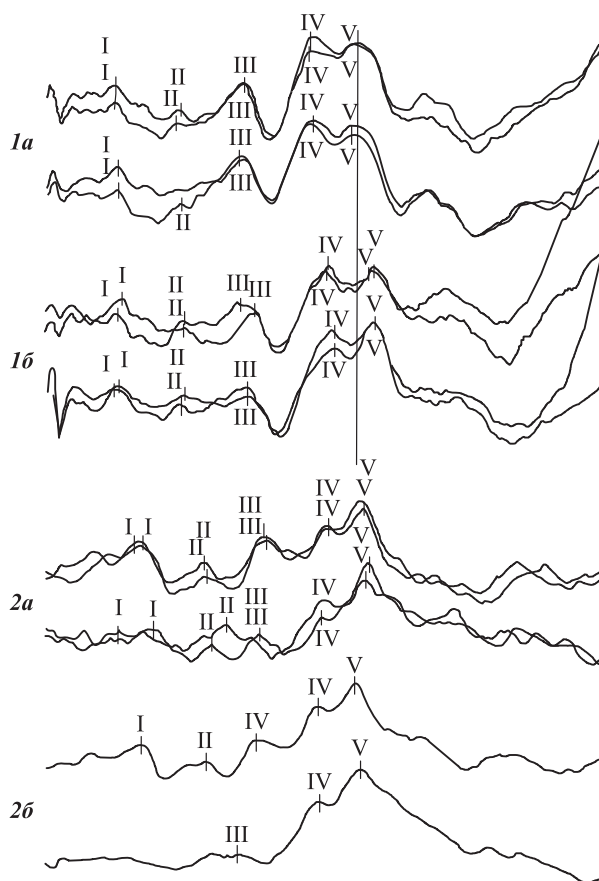


Рис. 3. Изменение латентного времени стволовых вызванных потенциалов в послеоперационном периоде.

1а – ВП пациента до операции; 1б – увеличение времени задержки компонентов V, типичное последствие наркоза; 2а – ВП до операции с объемной опухолью; 2б – небольшое уменьшение задержки компонентов IV–V, эффект декомпрессии

всех пациентов (рис. 3). У четырех из них (двое с базальными менингиомами, одна с менингиомой задней трети сагиттального синуса, одна с глиобластомой гипофиза) задержка комплекса IV–V уменьшилась. Так, у пациентки М. при обследовании до операции задержка пика компонента V составляла 5,74 мс, после операции уменьшилась до 5,56 мс. В этих случаях, вероятно, при взаимодействии двух конкурирующих факторов, а именно последствие наркоза, могущего замедлять нейродинамику и устранения компрессии стволовых структур, улучшающего условия электрогенеза, фактор декомпрессии был более существенным. В пользу этого предположения свидетельствует то обстоятельство, что при послеоперационном уменьшении задержки и увеличении амплитуды компонентов IV и V задержки компонента I превышали тако-

вые до операции. Отмечено также увеличение асимметрии АСВП в левом и правом отведении, в основном по задержке комплекса IV–V.

Существенно большее при использовании кетамина увеличение задержек компонентов АСВП по сравнению с дооперационными обследованиями в начале операции и удлинение этих задержек в течение времени пребывания пациента под наркозом обусловлено, вероятно, тем, что кетамин вызывает активацию лимбической системы с последующим распространением возбуждения на таламокортикальные структуры, что приводит к дезорганизации деятельности центральной нервной системы. Необходимость удерживать АД в границах, приемлемых для нейрохирурга, обуславливает применение клофелина, дополнительно воздействующего на синаптическую передачу, чем и определяется его седативный эффект. Таким образом, факторы фармакологического воздействия на стволые структуры, осуществляющие генерацию АСВП, складываются. При этом хирургическая агрессия, в том числе вблизи мозговых структур, ответственных за контроль витальных функций, затрудняет оперативное регулирование АД, в частности оперативный подбор оптимальных доз клофелина. То обстоятельство, что при наркозе пропофолом, когда нет необходимости превентивно снижать АД, последнее стабильнее, подтверждает данное предположение. Слабый анальгетик, гипнотик пропофол в меньшей степени замедляет нейродинамические процессы, меньше увеличивает задержки компонентов АСВП.

Низкие, задержанные АСВП на начальном этапе операции и их нестабильность могут быть отнесены к прогностически неблагоприятным признакам. Так, у пациента И. с опухолью правого мосто-мозжечкового угла, с наружной гидроцефалией и выраженной симметричной внутренней (необтурационной) гидроцефалией и кистозным очагом в левой теменной области задержки компонентов V после ввода в наркоз (использовался пропофол) составляли 6,7 и 6,76 мс, что на 1 мс (18 %) превышает среднее нормальное значение для ненаркотизированных испытуемых и на 0,3 мс больше среднего приращения латентности этого компонента в начальной стадии операции у других пациентов. У данного пациента меры по коррекции АД предпринимались еще до начала хирургических действий. При этом параллельно с некоторым снижением АД (с 124/84 до 114/78) задержки компонента V еще увеличились (до 7,04 мс), в ходе последовательных регистраций наблюдалась нестабильность и асимметрия амплитуд

компонентов. Нестабильность АД и АСВП с дальнейшим увеличением задержки и варьирующей асимметрией амплитуд компонентов в левом и правом отведении наблюдались и в ходе операции. В послеоперационном периоде больной погиб от тромбоэмболии легочной артерии, и, хотя изменения электрогенеза на уровне стволых структур не являются прямым предвестником данного явления, косвенно они могут отражать ухудшение функционального состояния и дефицит компенсаторных возможностей организма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мониторинг с помощью акустических стволых ВП показал, что значительное увеличение в ходе операции латентного времени компонентов АСВП, в том числе собственно стволых их компонентов IV и V (увеличение задержки компонента V до значения 6,8 мс и более), при сохранении соотношения амплитуд и без грубых изменений соотношения межпиковых интервалов, не является коррелятом каких-либо стволых нарушений, угрожающих витальным функциям. Как показал опыт мониторинга, увеличение задержек компонентов ВП отражает в первую очередь не локальные изменения функционального состояния стволых структур, находящихся вблизи удаляемой с помощью лазерного инструмента опухоли, а действие на скорость и характер проведения нервных сигналов наркоза определенной глубины и продолжительности, а также препаратов, регулирующих гемодинамику. Таким образом, в отсутствие повреждающего действия на ствол коротколатентные слуховые ВП в большей мере отражают особенности и течение анестезиологического обеспечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ступак В.В., Чернов С.В., Калиновский А.В.* Клинические результаты хирургии менингиом головного мозга с применением ND-YAG лазера // *Неврологич. вестн.* 2007. 39. (2). 14–19.
2. *Stupak V.V., Chernov S.V., Kalinovskiy A.V.* Clinical results of surgical treatments of brain meningiomas using ND-YAG laser // *Nevrologich. vestnik.* 2007. 39. (2). 14–19.
3. *Шекутьев Г.А., Лубнин А.Ю., Баркалая Д.Е., Согомонян С.А.* Мониторинг коротколатентных вызванных потенциалов во время операций на

стволе головного мозга // Анестезиол. реаниматол. 1994. (5). 48–52.

Shchekut'ev G.A., Lubnin A.Yu., Barkalaya D.E., Sogomonian S.A. Monitoring of short latent evoked potentials during brain stem surgery // *Anesteziol. reanimatol.* 1994. (5). 48–52.

4. *Гнездицкий В.В., Шамишинова А.М.* Опыт применения вызванных потенциалов в клинической практике. М., 2001. 473 с.

Gnezditsky V.V., Shamshinova A.M. Clinical experience with evoked potentials monitoring. М., 2001. 473 p.

5. *Острейко Л.М.* Особенности нейрофизиологического интраоперационного мониторинга при удалении опухолей головного мозга: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2000.

Ostreiko L.M. Peculiarities of neurophysiological intraoperative monitoring during brain tumor removal: abstract of thesis ... cand. med. sciences. Sankt-Peterburg, 2000.

6. *Щекутьев Г.А.* Нейрофизиологические исследования в клинике. М., 2001. 232 с.

Shchekut'ev G.A. Neurophysiological studies in clinical practice. М., 2001. 232 p.

7. *McPherson R.W., Mahla M., Jonson R., Trayman R.J.* Effects of enflurane, isoflurane and nitrous oxide on somatosensory evoked potentials during fentanyl anesthesia // *Anesthesiology.* 1995. 62. 626–633.

8. *Frazier W.T., Odom S.M., Biggs B.D. Frazier W.T.* Anesthetic technique for spinal cord monitoring // *Spinal cord monitoring.* Eds. J. Schramm, S.J. Jones. Berlin: Springer-Verlag, 1985. 69–81.

9. *Guerit J.M.* Evoked potentials: A safe brain death confirmatory tool // *Eur. J. Med.* 1992. 1. 233–242.

10. *Gautier P.E., Baele P.L., Guerit J.M., Kestens-Servaye Y.* Changes in somatosensory evoked responses during carotid endarterectomy related to head position // *Anesth. Analg.* 1991. 73. 649–652.

11. *Sebel P.S., Flynn P.J., Ingram D.A.* Effect of nitrous oxide on visual, auditory and somatosensory evoked potentials // *Br. J. Anaesth.* 1987. 59. 1403–1407

12. *Thurner F., Schramm J., Romstock J., Pasch T.* Effect of fentanyl and enflurane on sensory evoked potentials in the human in basic flunitrazepam/N₂O anesthesia // *Anaesthesist.* 1987. 36. 548–554.

13. *Цветовский С.Б., Ступак В.В.* Нейрофизиологический контроль функционального состояния головного мозга в оценке реабилитации больных с внутримозговыми опухолями при комбинированном лечении с применением иммуноактивирующей терапии // *Клинич. неврол.* 2010. (4). 17–22.

Tsvetovsky S.B., Stupak V.V. Neurophysiological control of the brain functional status in assessment of patients with intramedullar tumor after multimodal treatment using immunoactivating therapy // *Klinich. неврол.* 2010. (4). 17–22.

14. *Оглезнев К.Я., Шестериллов С.А., Зарецкий А.А.* Слуховые стволовые вызванные потенциалы в диагностике заболеваний центральной нервной системы. М., 1982. 103 с.

Ogleznev K.Ya., Shesterilov S.A., Zaretsky A.A. Brainstem auditory evoked potentials in the diagnosis of central nervous system diseases. М., 1982. 103 p.

15. *Banoub M., Tetzlaff J.E., Schubert A.* Pharmacological and physiologic influences affecting sensory evoked potentials // *Anesthesiology.* 2003. 99. 716–737.

INTRAOPERATIVE MONITORING OF THE BRAINSTEM STATE DURING BASAL TUMOR REMOVAL, ANESTHESIA SPECIFICS, AND VITAL FUNCTIONS (REPORT 1)

Sergey Borisovich TSVETOVSKY, Vjacheslav Vladimirovich STUPAK

*Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics
630091, Novosibirsk, Frunze str., 17*

Functional state of the brain stem during neurosurgical removal of the basal tumor was controlled via registration of short-latency brainstem auditory evoked potentials (BAEP). Their parameters were compared with those controlled by an anesthesiologist. It has been revealed that intraoperative increase in delay of the BAEP with preservation of correlation between amplitudes and without major alteration in correlation between interpeak intervals does not indicate any brainstem disorder threatening vital functions. Short-latency auditory evoked potentials, in the absence of damaging effect to the brainstem, largely reflect peculiarities and the course of anesthetic management.

Key words: brain stem, intraoperative monitoring, anesthesia, vital functions.

Tsvetovsky S.B. – candidate of biological sciences, head of neurophysiologic laboratory, e-mail: scvetovskiy@niito.ru

Stupak V.V. – doctor of medical sciences, professor, head of neurosurgery clinic, e-mail: vstupak@niito.ru