



# ВОЗМОЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ СОМАТОСЕНСОРНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ПРИ ПАТОЛОГИИ ПОЗВОНОЧНИКА

А.А. Вишнеvский<sup>1, 2</sup>, О.В. Посохина<sup>1</sup>, О.Е. Рыжова<sup>1</sup>, С.А. Тиходеев<sup>1, 2</sup>, В.А. Фадеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Городской центр хирургии позвоночника, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования

**Цель исследования.** Анализ эффективности диагностики и лечения пациентов с заболеваниями и травмами позвоночника на основе использования динамического нейрофизиологического мониторинга при выполнении декомпрессивных и декомпрессивно-стабилизирующих операций на позвоночнике.

**Материалы и методы.** Проведено исследование соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) у 297 пациентов с заболеваниями и травмами позвоночника. Кроме того, у 118 пациентов — интраоперационный мониторинг ССВП и невралных вызванных потенциалов. Пациенты с нарушением функции тазовых органов обследовались с помощью цистометрии, профилометрии и урофлуометрии.

**Результаты.** При травмах позвоночника с помощью нейрофизиологических исследований можно верифицировать уровень поражения проводников спинного мозга и оценить степень функциональных нарушений структур мозга. При дегенеративных процессах в позвоночнике изменения параметров ССВП возможны лишь при артериовенозных и венозных нарушениях кровообращения спинного мозга, сопровождающихся выраженными двигательными или проводниковыми чувствительными нарушениями. Наиболее информативны исследования ССВП при локализации воспалительного поражения в шейном и грудном отделах позвоночника. Исследование ССВП при различных формах дисрафического статуса (диастематомиелия, сирингомиелия, аномалии Арнольда-Киари и т. д.) не может являться определяющим методом в установке диагноза.

**Заключение.** Учитывая относительную простоту исследования ССВП и их ценность для динамического изучения состояния проводников спинного мозга, можно рекомендовать этот метод как необходимый тест для оценки показаний к операциям на позвоночнике при сосудистых нарушениях на фоне дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника.

**Ключевые слова:** соматосенсорные вызванные потенциалы, заболевания и повреждения позвоночника, интраоперационный мониторинг.

## VALUE OF SOMATOSENSORY EVOKED POTENTIALS FOR SPINE PATHOLOGY STUDY

A.A. Vishnevsky, O.V. Posokhina, O.E. Ryzhova, S.A. Tikhodeev, V.A. Fadeev

**Objective.** To analyze the efficacy of dynamic neurophysiologic monitoring for diagnosis and treatment of patients with spine diseases and injuries during decompression and decompression/stabilization surgery of the spine.

**Materials and Methods.** Somatosensory evoked potentials (SSEP) were recorded in 297 patients with the spine diseases and injuries. Besides, 118 patients underwent intraoperative monitoring of SSEP and neural evoked potentials. Patients with abdomen dysfunction were examined by cystometry, profilometry, and urofluometry.

**Results.** Neurophysiological examinations for spine injuries allow to verify the level of spinal cord conductor injury and to assess the degree of functional disorders in spinal cord structures. In degenerative spine the changes in SSEP parameters occur only in disturbed spinal arteriovenous and venous circulation accompanied by expressed motor and sensitive conduction disorders. The SSEP study is most informative when inflammatory process is localized in the cervical or thoracic spine. In different forms of dysraphic status (diastematomyelia, syringomyelia, Chiari malformation) the SSEP study can not be a determinative diagnosis method.

**Conclusion.** Considering the relative simplicity of SSEP study and its value for dynamic examination of spinal cord conductors, it can be recommended as an obligatory test to assess indications for spine surgery for vascular disorders associated with degenerative-dystrophic diseases of the spine.

**Key Words:** somatosensory evoked potentials, spine diseases and injuries, intraoperative monitoring.

Hir. Pozvonoc. 2005;(3):101–110.

Очень важными вопросами для клинициста, занимающегося вертебрологическими проблемами, являются диагностика степени проявления неврологического дефицита и динамическая оценка состояния проводников спинного мозга на фоне назначенного лечения. С увеличением хирургической активности нейрохирургов и травматологов возрастает риск возникновения неврологических нарушений. По данным некоторых авторов [7, 9, 10], неврологические нарушения при плановых операциях на позвоночнике встречаются в 0,5–2 % случаев с расширением показаний к операциям и объема выполняемого вмешательства, которые предусматривают применение сложных металлоконструкций (транспедикулярных фиксаторов, дистракторов, контракторов, эндопротезов, и т. д.). При их установке или в результате их смещения может травмироваться спинной мозг и его элементы. Так, при хирургической декомпрессии спинного мозга во время операций по поводу опухолей и травм риск неврологических нарушений может возрасти до 20 %. Эмоциональные, медицинские, юридические последствия, возникающие при данных осложнениях, особенно если присутствуют двигательные расстройства, являются катастрофическими для всех, включая хирургов.

В последние годы отмечается тенденция к применению при заболеваниях позвоночника малоинвазивных методик лечения, которые требуют оценки функционального состояния проводников спинного мозга. В ряде клиник применяются исследование кровоснабжения спинного мозга (доплерография, лазерная флуометрия), термографический контроль, позитивная миелография, интраоперационный КТ- или МРТ-контроль. Однако эти методы дорогостоящие и в большинстве случаев малоприменимы для городских стационаров. Кроме того, лучевые методы диагностики дают лишь анатомическую характеристику состояния позвоночного канала, а для хирургов важна функ-

циональная оценка состояния проводников спинного мозга.

В практической работе нейрохирурги и ортопеды сталкиваются с большой группой неврологических заболеваний (токсических, аутоиммунных, дегенеративных поражений центральной и периферической нервных систем и т. д.), которые по клинической картине имеют сходство с дегенеративными заболеваниями позвоночника. В ряде случаев выполнение декомпрессивных операций на позвоночнике и спинном мозге, сделанных по поводу дегенеративных заболеваний позвоночника, не приносит пациенту улучшения, а иногда даже вызывает прогрессирование не выявленного ранее интеркуррентного заболевания (рассеянного склероза, периферической невропатии и т. д.). Для проведения дифференциальной диагностики этих заболеваний существует множество методик, но наиболее информативно и доступно нейрофизиологическое тестирование.

В настоящее время для оценки состояния спинного мозга и его проводников используются различные нейрофизиологические методики: электромиография (стимуляционные методики и игольчатая ЭМГ); регистрация вызванных потенциалов (ВП) – соматосенсорных (ССВП), двигательных (ДВП), невральных (НВП), дермальных (ДеВП) ВП; вызванные потенциалы спинного мозга (ВПСМ), вызванная ЭМГ (ВЭМГ), картирование чувствительных и двигательных волокон конуса спинного мозга, мониторинг бульбокавернозного рефлекса и т. д. (табл. 1).

Цель исследования – анализ эффективности диагностики и лечения пациентов с заболеваниями и травмами позвоночника на основе использования динамического нейрофизиологического мониторинга при выполнении декомпрессивных и декомпрессивно-стабилизирующих операций на позвоночнике.

## Материалы и методы

В 1995–2004 гг. в Санкт-Петербургском центре хирургии позвоночника проведено обследование 297 пациентов с заболеваниями и травмами позвоночника. Исследование ССВП выполнено при травмах позвоночника 34 (11,4 %) пациентам, при дегенеративно-дистрофических заболеваниях – 194 (67,4 %), при воспалительных заболеваниях – 30 (10,1 %), при аномалиях развития позвоночника и спинного мозга – 16 (5,4 %), при дегенеративных заболеваниях нервной системы – 23 (7,7 %).

Исследовали латентные периоды (ЛП) и амплитуды пиков (АП) при стимуляции *n.tibialis* – PF (потенциал действия заднего большеберцового нерва в области подколенной ямки); N21 (потенциал в проекции поясничного утолщения); N28 (потенциал проекции шейного утолщения); P37, N45 (потенциалы коркового уровня), а при стимуляции *n.medialis* – N9 (потенциал в проекции точки Эрба); N13 (потенциал проекции шейного утолщения); N20, P25 (потенциалы коркового уровня). Использовалась восьмиканальная электрофизиологическая система «Viking-IV» (Nicolet, США).

При проведении интраоперационного мониторинга ССВП, стимулирующие парные электроды (межэлектродное расстояние 2 см), располагались в области проекции заднего большеберцового нерва позади медиальных лодыжек нижних конечностей. Для выделения интересующих ответов с разных уровней соматосенсорного афферентного пути – от периферических до корковых отделов – регистрация ССВП осуществлялась билатерально по трем отведениям (шесть каналов), соответствующим ответам с разных уровней: коркового (первое отведение), подкоркового (второе отведение) и периферического (третье отведение). По первому отведению (два канала) билатерально регистрировались потенциалы P37, N45, отражающие первичную корковую активацию соматосенсорной

Таблица 1

Изучаемые объекты при нейрофизиологическом тестировании

Метод	Исследуемый объект	Параметры
Игольчатая ЭМГ	<i>m.deltoideus; m.biceps brahii; m.triceps brachii; m.paraspinatus; m.extensor digitorum communis; m.flexor digitorum profundus; m.abductor digiti minimi; m.abductor pollicis brevis; m.interosseus dorsalis; m.quadriceps; m.gastrocnemius; m.tibialis anterior; m.abductor hallucis</i>	активность введения; наличие спонтанной мышечной активности; произвольная мышечная активность (оценка длительности, амплитуды ПДЕ, процент полифазных ПДЕ)
Стимуляционная ЭМГ (сенсорный и двигательный ответы)	<i>n.medianus, n.ulnaris; n.peroneus; n.saphenous; n.tibialis; n.suralis; n.superficialis</i>	дистальные латентности ответов; скорость проведения импульса, амплитуды двигательного (М-ответ) и сенсорного (невральный потенциал) ответов; Н-рефлекс; Н/М (%); F-волны (мин), средняя латентность, амплитуда, хроно- и тахеодисперсия
Урофлуометрия, цистометрия, профилометрия	мочевыводящие пути	характеристики потока (время, скорость); остаточная моча, растяжимость мочевого пузыря
ВПСМ	проводящие пути спинного мозга	латентные периоды и амплитуды пиков
ДеВП	чувствительные нервы и проводники спинного мозга	латентные периоды и амплитуды пиков
ДВП	двигательные проводники спинного мозга <i>m.tibialis anterior m.adductor hallucis</i>	время проведения по нерву, задержки центрального проведения
НВП	спинной мозг и корешки	латентные периоды, амплитуды, синхронизация
ССВП	чувствительные проводники спинного мозга при стимуляции смешанных нервов	латентные периоды и амплитуды пиков: N21, N28; P37, N45 (стимуляция <i>n.tibialis posterior</i> ), N9, N11, N13, N20, P25 (стимуляция <i>n.medianus</i> )

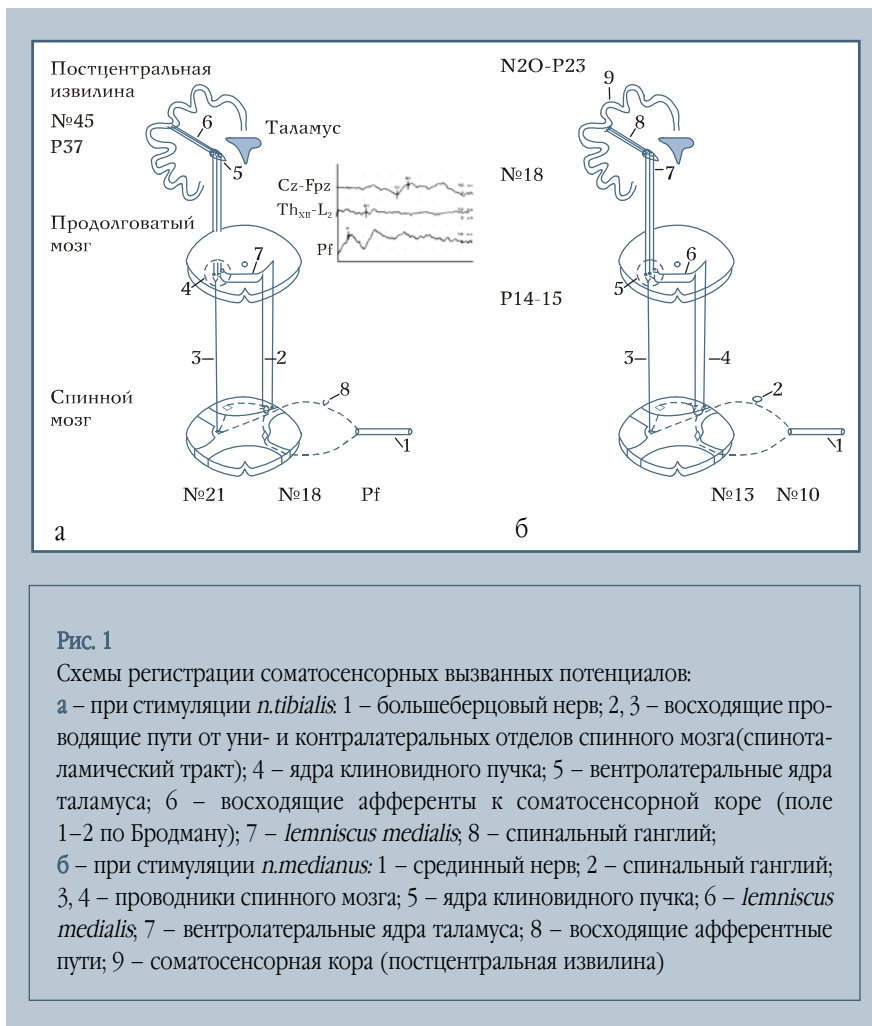
ВПСМ — вызванные потенциалы спинного мозга; ДеВП — дермальные вызванные потенциалы; ДВП — двигательные вызванные потенциалы; НВП — невральные вызванные потенциалы; ССВП — соматосенсорные вызванные потенциалы.

зоны проекции нижних конечностей, при этом использовался монтаж Cz-Fz (рис. 1) [3].

Активный электрод располагался на голове в точке Cz, а неактивный — в точке Fz по Международной системе отведений «10–20». По второму отведению (два канала) билатерально регистрировались потенциалы подкоркового уровня P31 и N34, монтаж C<sub>2</sub>–Fz. Активный электрод располагался над остистым отростком C<sub>2</sub> позвонка, а неактивный (референтный) — в точке Fz. По третьему отведению (два канала) билатерально регистрировали контрольный периферический ответ (Pf). Электроды, активный и неактивный (референтный), фиксировались в подколенных ямках нижних конечностей (межэлектродное расстояние — 2 см).

Во время операций выполнено 110 мониторингов НВП и ССВП. Мониторинг ССВП осуществлялся билатерально посредством поочередной стимуляции правого и левого большеберцовых нервов, интенсивность стимула 20–25 мА, частота — 4,1 Гц, длительность 0,2 мс, количество усреднений — 600. Исследовали ЛП и АП P31 (потенциал подкоркового уровня соматосенсорного афферентного пути) при стимуляции *n.tibialis* с двух сторон. При регистрации большого количества артефактов количество усреднений увеличивалось до 1500. Значимыми изменениями ССВП считаются снижение амплитуды ответа более чем на 50 % и увеличение латентного времени (времени от начала стимула до позитивного или негативного отклонения) более чем на 10 % [11].

Интраоперационный мониторинг НВП проводился с помощью непосредственной стимуляции спинно-мозгового корешка в операционном поле. Стимуляция осуществлялась стерильным биполярным стимулятором, имеющим катод и анод с межэлектродным расстоянием 4 мм. Провода от стимулирующих электродов были соединены с электрическим стимулятором электрофизиологической системы «Viking-4», посылающим прямоугольные импульсы длительностью 0,2 мс, частотой 4,1 Гц, интенсивностью 10–25 мА. Стимуляцию спинно-мозгового корешка в операционном поле проводил нейрохирург на разных этапах операции: при осуществлении доступа, во время декомпрессии спинно-мозгового корешка и спинного мозга, после декомпрессии спинно-мозгового



корешка и спинного мозга, после костной пластики. Регистрация НВП осуществлялась билатерально по двум каналам посредством поверхностных чашечковых или подкожных игольчатых электродов, которые фиксировались в подколенных ямках нижних конечностей (межэлектродное расстояние – 2 см). Активный электрод располагался в области проекции седалищного нерва, а неактивный (референтный) – на 2 см медиальнее. Качественные ответы регистрировались после 25–30 усреднений.

Интраоперационные ССВП оценивали в соответствии с классификацией Американского электроэнцефалографического общества [6]. Критерием истинно-положительных результатов являлись значимые изменения в амплитуде интраоперационных ССВП и нарастание неврологической

симптоматики после операции. В случаях, когда имели место значимые изменения интраоперационных ССВП, а после операции неврологическая симптоматика не нарастала, результаты оценивали как ложноположительные. Появление новых неврологических нарушений после операций без изменения интраоперационных ССВП расценивалось как ложноотрицательный результат. Если значимых изменений интраоперационных ССВП не отмечалось, а после операции неврологические нарушения не нарастали, эти результаты оценивали как истинно отрицательные.

У 16 больных в связи с нарушениями функции тазовых органов проводили уродинамические исследования (урофлуометрия, водная цистоурометрия) с помощью прибора «Menuet compact plus» (Dantec).

Анализ результатов исследования проводили с помощью стандартных непараметрических методов статистического анализа.

## Результаты

**Изменения ССВП при травмах позвоночника и их последствиях.** Диагностика повреждений спинного мозга при спинальной травме базируется на анамнестических данных, указывающих на механизм возникновения травмы позвоночника, на оценке результатов лучевых методов диагностики (спондилограмм, позитивной миелографии, МРТ, КТ и т. д.) и клинических исследований.

В ряде случаев с помощью нейрофизиологических исследований возможны верификация уровня поражения проводников спинного мозга, оценка степени функциональных нарушений структур мозга [1]. Выраженность изменений ССВП зависит от характера и тяжести повреждений периферического нерва и сплетений. При полном перерыве проводящих путей выше уровня поясничного утолщения (стимуляция *n.tibialis*) полностью исчезают компоненты ССВП в вышележащих отделах (пики N28, P37, N45), однако могут сохраняться пики PF и N21. На рис. 2 представлена гистограмма пациента со сдавлением спинного мозга на уровне конуса. Имеется удлинение интервалов ЛП и АП N21, P37 (больше слева).

При поражении проводников спинного мозга на уровне шейного утолщения исчезают корковые и подкорковые пики ССВП. При частичном преганглионарном повреждении изменения ССВП затрагивают преимущественно ранние компоненты ССВП и сопровождаются увеличением ЛП и межпиковых интервалов N11, N13, снижением их амплитуды при стимуляции *n.medianus*, либо пиков N21, N28, P37, N45 при стимуляции *n.tibialis*.

Следует учитывать, что ССВП оценивают преимущественно функцию задних столбов спинного мозга, регистрация нормальных ССВП не может гарантировать полного со-

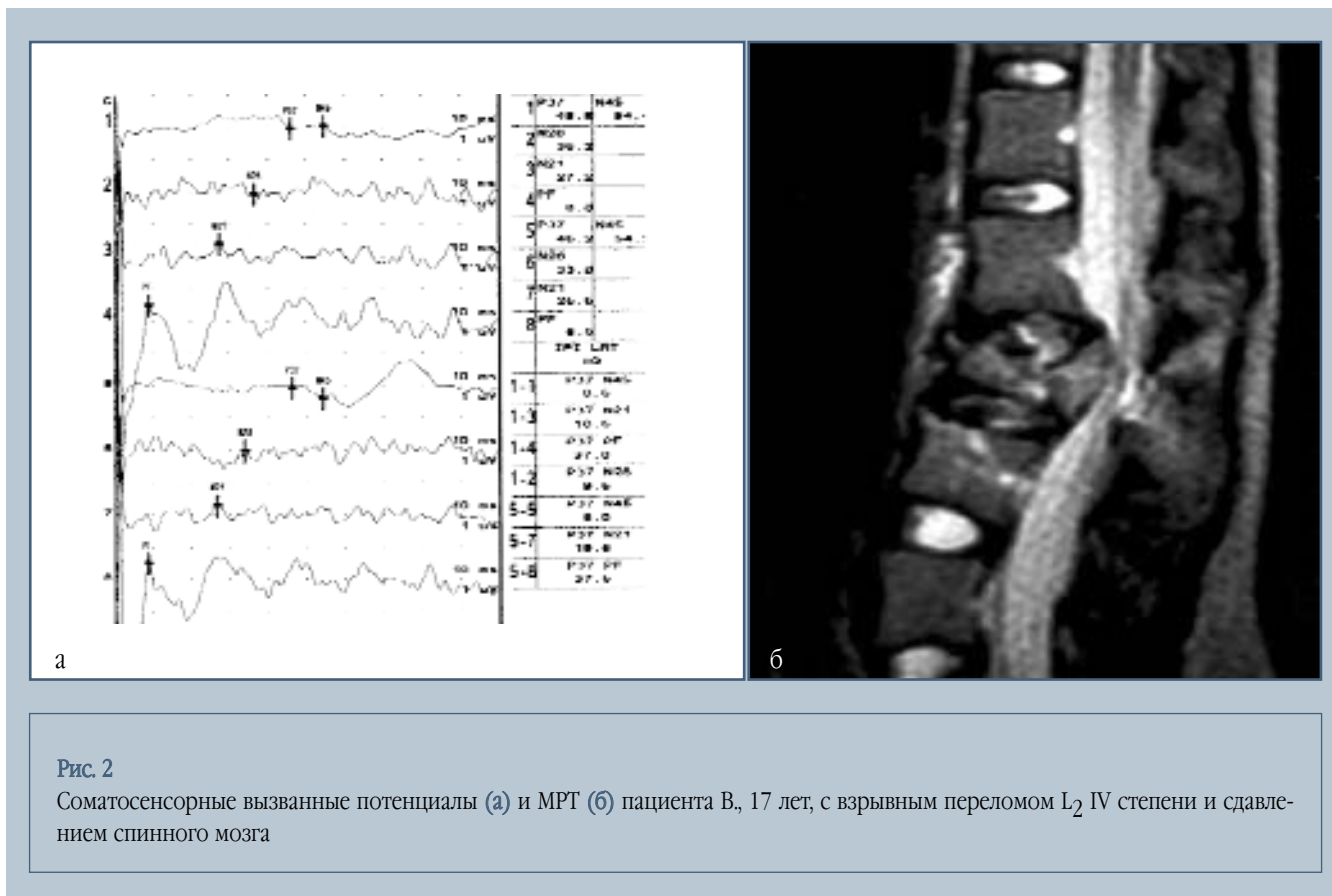


Рис. 2

Соматосенсорные вызванные потенциалы (а) и МРТ (б) пациента В, 17 лет, с взрывным переломом L<sub>2</sub> IV степени и сдавлением спинного мозга

хранения двигательной функции. Дифференциальная диагностика между поражениями проксимального и дистального к ганглию дорсального корешка может быть дополнена проведением стимуляционных проб по чувствительным нервам и невральным ответам. Уточнение уровня сдавления элементов спинного мозга и выраженность денервационного процесса (характеристика деафферентации) возможны при проведении игольчатой ЭМГ. Также желательна оценка пирамидных проводников при помощи магнитной стимуляции (исследование ДВП).

*Изменения ССВП при дегенеративных заболеваниях позвоночника.* По нашим данным, дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника встречаются у 80 % оперированных пациентов. Из них у 85 % – поражения пояснично-крестцового, у 1 % – грудного, у 14 % – шейного отдела позвоночника. Для оценки периферических отделов проводников

спинного мозга показаны исследования М-ответа, Н-рефлекса, F-волны при стимуляции *n.medianus*, игольчатая ЭМГ, а для изучения состояния передних столбов спинного мозга – НВП и ДВП. Тем не менее из-за относительной простоты проведения ССВП и их ценности для динамического изучения состояния проводников спинного мозга можно рекомендовать этот метод как необходимый тест для оценки показаний к операциям на позвоночнике при дегенеративно-дистрофических заболеваниях [2]. Нами проанализирована динамика изменений ССВП у 194 больных с грыжами межпозвоночных дисков на фоне хирургического лечения.

Как показали исследования, при дегенеративных процессах в позвоночнике изменения параметров ССВП возможны лишь при артериовенозных и венозных нарушениях кровообращения спинного мозга, сопровождающихся выраженными двигательными или проводниковыми чувствительными

нарушениями. Сдавление спинного мозга и его элементов межпозвоночной грыжей на шейном, грудном уровнях, как и при травматических повреждениях позвоночника, вызывает значительное снижение пиков на уровне шейного утолщения (N28, N13), удлинение межпиковых интервалов N21–P37, N21–N28, N11–N13, N13–N19.

У ряда больных на фоне стенозирующих процессов на уровне нижнепоясничного отдела позвоночника (L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> сегментов) имеется клиника восходящей миелорадикулоишемии (увеличивается межпиковый интервал N21–P37). Исследования ССВП позволили выявить страдание проводников спинного мозга на уровне конуса. До операции у таких больных, как правило, имелось снижение амплитуд подкорковых пиков (на 40–50 %) и увеличение ЛП пика N21 на 20–30 %.

На рис. 3 приведен пример гистограммы ССВП пациентки Ф., 52 лет,

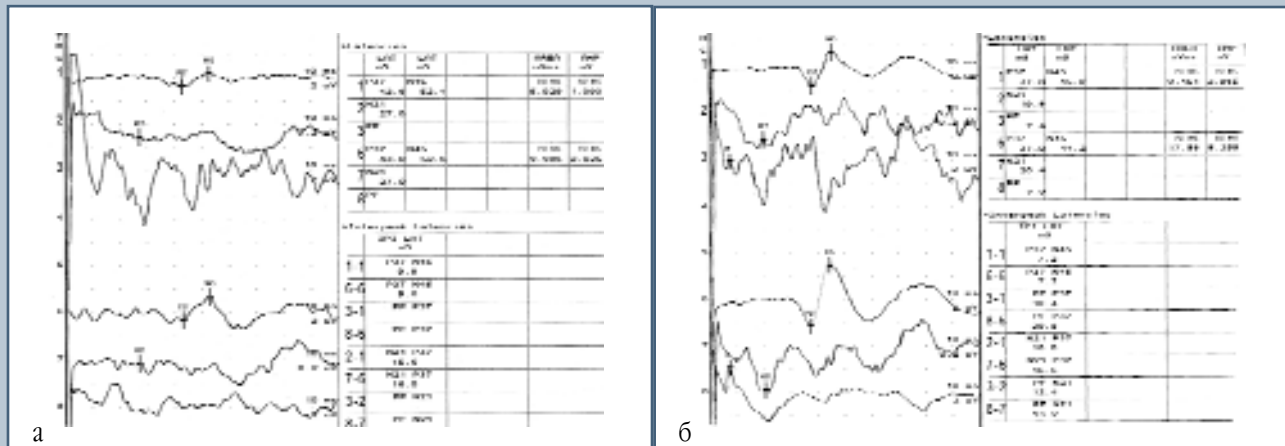


Рис. 3

Изменения соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) у больной Ф., 52 лет, с боковым стенозом позвоночного канала на уровне L<sub>4</sub>-L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> и миелорадикулоишемией в бассейне артерии Депрож-Готтерона до операции (а) и после операции (б): кривые 1, 2, 3 – регистрация ССВП слева; 6, 7, 8 – справа (P37, N45 – корковые ответы, N21 – регистрация на уровне поясничного утолщения, PF – регистрация в подколенной ямке); в таблице приведены межпиковые и пиковые интервалы (ms), амплитуда (µV)

с дорсальной грыжей межпозвоночного диска на уровне L<sub>4</sub>-L<sub>5</sub> IV степени (по классификации Terplik), с симптомами миелоишемии в бассейне передней дополнительной нижней радикулярной артерии Депрож-Готтерона.

При исследовании ССВП обнаружено ухудшение проведения по соматосенсорным проводникам на уровне поясничного утолщения с двух сторон, а при игольчатой ЭМГ – признаки денервационного процесса (единичные ПФ в *anul.sphicter*, единичные ПДЕ, полифазные, увеличены по длительности). Поскольку у пациентки имелись нарушения функции тазовых органов по типу гипорефлекторного мочевого пузыря, для диагностики этих изменений показаны уродинамические исследования. При выполнении урофлуометрии, цистоуреметрии и профилометрии выявлено снижение сократительной активности детрузора и тонуса уретрального сфинктера, что обуславливало недержание мочи (рис. 4).

*Исследование ССВП при воспалительных заболеваниях позвоночника.* Наиболее информативны исследова-

ния ССВП при локализации воспалительного поражения позвоночника в шейном и грудном отделах. Для оценки состояния шейного утолщения спинного мозга наиболее информативно изучение ССВП при стимуляции *n.medianus* и *n.tibialis*.

Выраженность изменений ССВП зависит от характера и тяжести повреждений периферического нерва и сплетений. При длительном сдавлении спинного мозга выше уровня шейного утолщения полностью исчезают или значительно снижаются амплитуды корковых и подкорковых компонентов ССВП (пики P14, N18, N20, P23 при стимуляции *n.medianus* и пики N28, P31, P37, N45 в ответ на стимуляцию *n.tibialis*), однако могут сохраняться нормальные величины AP и ЛП PF и N21. Дифференциальная диагностика может быть проведена между поражениями проксимального и дистального к ганглию дорсального корешка и дополнена проведением исследования ССВП стимуляционными пробами. Уточнение уровня сдавления элементов спинного мозга и выраженность де-

нервационного процесса (характеристика деафферентации) возможна при проведении игольчатой ЭМГ.

При частичном преганглионарном поражении изменения ССВП затрагивают преимущественно ранние компоненты ССВП и сопровождаются увеличением ЛП N11, N13, межпикового интервала N11-N13, снижением их амплитуды при стимуляции *n.medianus*, а пиков N21, N28, P37, N45 при стимуляции *n.tibialis*.

*Роль ССВП в дифференциальной диагностике аномалий развития спинного мозга.* Исследование ССВП при различных формах дизрафического статуса (диастематомиелия, сирингомиелия, аномалии Арнольда-Киари и т. д.) не может являться определяющим методом в установке диагноза. Однако в сомнительных случаях для дифференциальной диагностики с демиелинизирующими или дегенеративными заболеваниями, опухолями головного мозга или при выполнении оперативного вмешательства на шейном отделе спинного мозга динамическое исследование ССВП является необходимым.

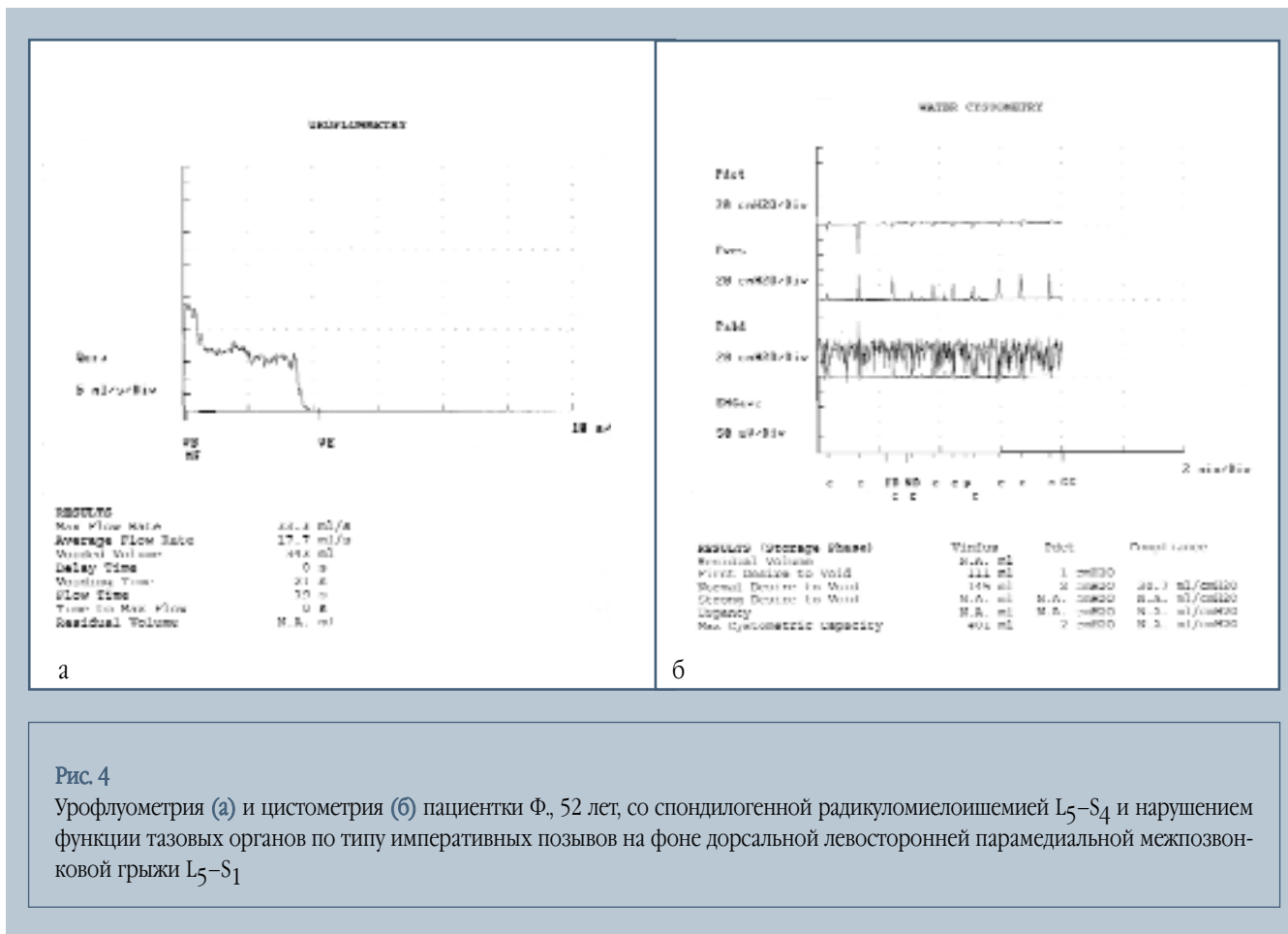


Рис. 4

Урофлоуметрия (а) и цистометрия (б) пациентки Ф., 52 лет, со спондилогенной радикуломиелоишемией L<sub>5</sub>-S<sub>4</sub> и нарушением функции тазовых органов по типу императивных позывов на фоне дорсальной левосторонней парамедиальной межпозвоноковой грыжи L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>

Изменения ССВП при некоторых формах дегенеративных заболеваний нервной системы. Общим изменением при дегенеративных заболеваниях спинного мозга является диффузное поражение проводников глубокой чувствительности. При исследовании ССВП у пациентов с рассеянным склерозом выявляется увеличение ЛП корковых и подкорковых компонентов, межпиковых интервалов, преимущественно времени центрального проведения, или снижение амплитуды компонентов, вплоть до их полного исчезновения (амплитуда ответов не превышает уровень фонового шума). Аналогичную картину можно наблюдать по гистограммам ССВП при оливопонтocerebellарной дегенерации, спастической параплегии Штрюмпеля и т. д.

На рис. 5а видно преимущественное увеличение ЛП пиков N28, P37, N45, асимметрия и деформация отве-

тов ВП. Наряду с ССВП, для диагностики рассеянного склероза проводятся исследования зрительных и слуховых ВП. На рис. 5б видна отчетливая десинхронизация кривых при исследовании зрительных ВП.

**Периферические невропатии и системные амиотрофии.** Значительное число невропатий может быть связано с наследственными причинами. Но в ряде случаев в основе периферических невропатий лежат другие причины: токсические воздействия, аутоиммунные или воспалительные процессы. Иногда больные с периферическими невропатиями (при сходной клинической картине с проявлениями дегенеративных процессов в позвоночнике) попадают к нейрохирургам для решения вопроса об оперативном лечении. При различных формах системной амиотрофии изменения ССВП, как правило, не наблюдаются, но наличие двигательных рас-

стройств и мышечных атрофий может симулировать спондилогенные нарушения. При невралгической амиотрофии Шарко – Мари может выявляться увеличение ЛП, снижение амплитуды или отсутствие периферических компонентов ССВП, при выраженных нарушениях возможно отсутствие и корковых ответов.

Как и при дискогенных радикулопатиях, на фоне периферических невропатий могут изменяться параметры ССВП. Характерными для них являются сдвиги параметров ССВП преимущественно в периферическом (постганглионарном) ответе – изменяются параметры пиков PF и N21 при стимуляции *n.tibialis* и N11, N13 при стимуляции *n.medianus* в виде увеличения ЛП и уменьшения их амплитуд.

Для уточнения диагноза, наряду с методиками биопсии мышцы, показательна ЭМГ (стимуляционная

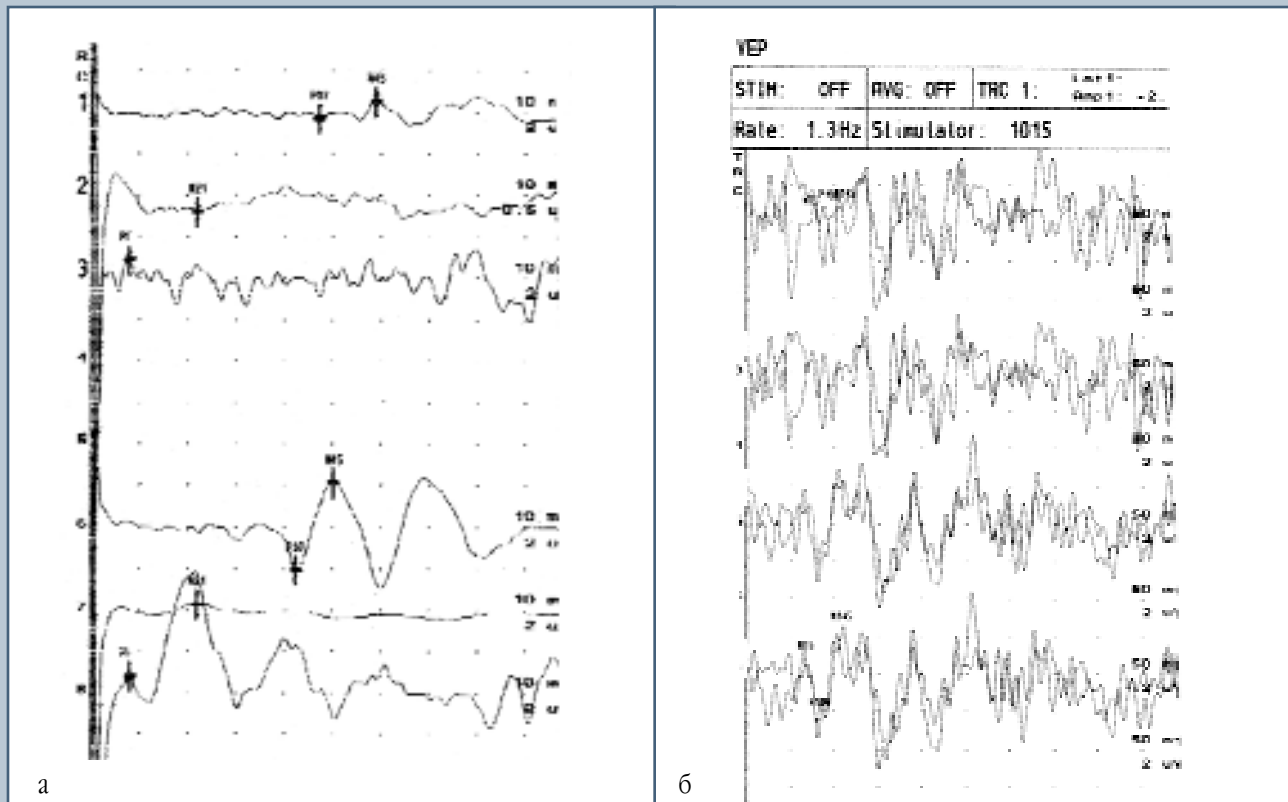


Рис. 5

Гистограмма изменений соматосенсорных вызванных потенциалов при стимуляции *n.tibialis* (а) и зрительных вызванных потенциалов (б), характерных для рассеянного склероза

и игольчатая). Так, у больной К., 28 лет, со слабостью в верхних и нижних конечностях при МРТ были выявлены дорсальные протрузии межпозвонковых дисков C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub>, C<sub>5</sub>-C<sub>6</sub> без компрессии дурального мешка. Исследование ССВП при стимуляции *n.medianus* показало увеличение ЛП пиков N11, N13 на 15–20 %, *n.tibialis* – удлинение ЛП пиков PF и N21 с двух сторон на 12 и 28 % соответственно. При ЭМГ-исследовании отмечено значительное (до 80 %) снижение средней амплитуды F-волн по *n.peroneus* и *n.medianus*. При дообследовании выявлено, что в основе периферической невропатии лежала В<sub>12</sub>-фолиевая дефицитная анемия. Таким образом, нейрофизиологические исследования позволили изменить представление о больной и заподозрить

интеркуррентное заболевание. Наряду с выявленными у пациентки признаками дегенеративно-дистрофического поражения шейного отдела имело место генерализованное поражение периферических нервов, которое требовало совершенно другой тактики лечения.

**Интраоперационный мониторинг ССВП.** Нейрофизиологический интраоперационный мониторинг (ИОМ) объединяет различные методики, оценивающие функциональное состояние центральной и периферической нервных систем во время хирургических вмешательств [7, 9, 10, 12]. Так, например, ИОМ ССВП широко применяется при хирургической коррекции сколиозов [11].

Анализ результатов ИОМ у больных показал, что наибольшую часть

исследований (91 наблюдение – 83 %) составили истинно отрицательные результаты (табл. 2).

Истинно-положительные результаты были зарегистрированы у одной пациентки с неспецифическим остеомиелитом позвоночника (рис. 6). Ложноположительные ответы были выявлены у 16 (18 %) человек (рис. 7) и преобладали у пациентов с дегенеративными и травматическими поражениями позвоночника, сопровождающимися неврологическими нарушениями средней и тяжелой степени. В последние годы для оценки эффективности выполнения декомпрессии спинного мозга и его элементов наряду с регистрацией ССВП применяется оценка НВП (рис. 8) [4, 5].



Таблица 2

Оценка изменений соматосенсорных вызванных потенциалов (пик P31) во время проведения интраоперационного мониторинга

Соматосенсорные вызванные потенциалы	Число операций, n (%)
Истинно-положительные	1 (1)
Ложноположительные	18 (16)
Истинно-отрицательные	91 (83)
Ложноотрицательные	0 (0)
Всего	110 (100)

### Заключение

Нейрофизиологические исследования значительно расширяют представления клиницистов о заболеваниях позвоночника и спинного мозга и позволяют значительно улучшить диагностику. Учитывая относительную простоту исследований ССВП и их ценность для динамического изучения состояния проводников спинного мозга, можно рекомендовать этот метод как необходимый тест для оценки показаний к операциям на позвоночнике при сосудистых нарушениях

на фоне дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника.

Для оценки периферических отделов проводников спинного мозга показаны исследования невралного, М- и Н-ответов и F-волны при стимуляции *n.medianus* или *n.tibialis*, игольчатая ЭМГ, а в случае нарушений функции тазовых органов информативны урофлуометрические исследования (цистометрия, профилометрия и урофлуометрия).

Как показали наши исследования, ИОМ НДВП является чувствительным и специфичным методом выявления

повреждений спинного мозга во время операции. Кроме того, регистрация НДВП помогает выявить уровень повреждения и оценить степень дегенеративных нарушений, что является важным при проведении декомпрессии корешков во время оперативного лечения травматических, дегенеративно-дистрофических и опухолевых заболеваний позвоночника. Сочетание регистрации ССВП и НВП во время операции обеспечивает наилучший электрофизиологический контроль состояния чувствительных и двигательных проводников спинного мозга, чем их изолированное применение или использование других методов.

Таким образом, нейрофизиологические исследования позволяют врачу решать следующие проблемы:

- проведение дифференциальной диагностики с различными процессами, имитирующими поражение позвоночника при аутоиммунных, воспалительных, токсических, дегенеративных и атрофических заболеваниях нервной системы, опухо-

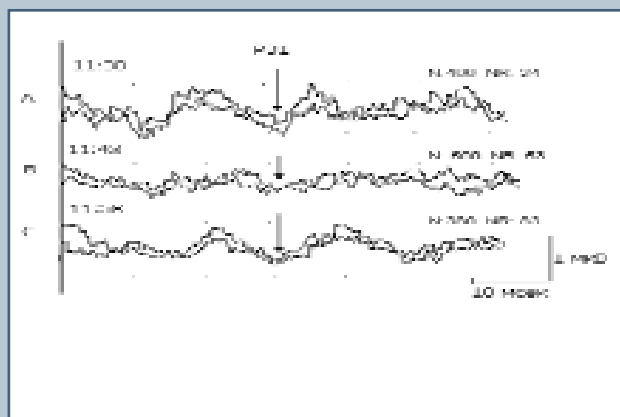


Рис. 6

Гистограмма истинно-положительных соматосенсорных вызванных потенциалов у пациентки Ф., 50 лет, с неспецифическим остеомиелитом позвоночника и поражением тел С<sub>5</sub>-Т<sub>1</sub>: А – этап удаления эпидурального абсцесса; В – этап спондилодеза; С – завершение этапа спондилодеза

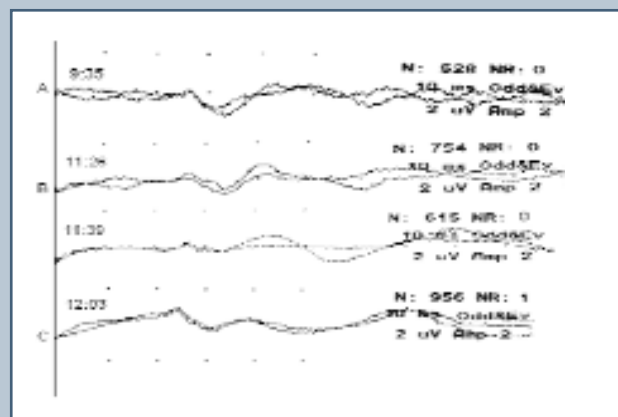


Рис. 7

Интраоперационные соматосенсорные вызванные потенциалы (пик P31) пациентки А. с компрессионным переломом тела Т<sub>9</sub> с неврологическими нарушениями тяжелой степени: А – этап декомпрессии; В – этап спондилодеза (в 11:39 – переходящее двухстороннее снижение амплитудных значений пика P31); С – завершение этапа спондилодеза

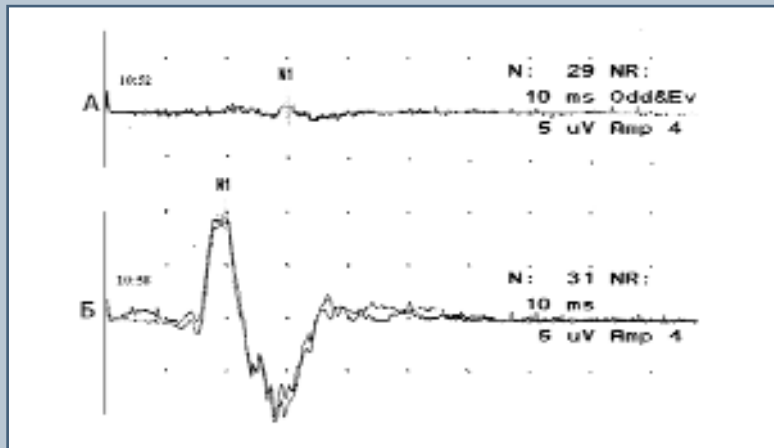


Рис. 8

Интраоперационная регистрация невраль-ных вызванных потенциалов больной К.: А – до декомпрессии корешка; Б – после декомпрессии корешка

лях спинного мозга, нервно-мышечных заболеваниях и т. д.;

- ИОМ состояния спинного мозга и его проводников;
- оценка в динамике результатов консервативного и хирургического лечения травм и заболеваний позвоночника

Наш небольшой опыт не позволяет делать далеко идущих выводов о перспективах широкого клинического использования ССВП и НВП при всем многообразии поражений позвоночника и спинного мозга. Но мы уверены, что те исследования, которые проводятся в этой области, позволят

нейрохирургам и травматологам более уверенно проводить операции на позвоночнике и спинном мозге и предотвращать миелоишемические нарушения.

## Литература

1. Вишнеvский А.А., Тиходеев С.А., Посохина О.В. Оценка диагностики соматосенсорных вызванных потенциалов при хирургическом и консервативном лечении у больных после травмы позвоночника и спинного мозга // Вопросы нейрохирургии. 1998. № 4. С. 30–35.
2. Вишнеvский А.А., Посохина О.В., Иванова Т.А. и др. Роль соматосенсорных вызванных потенциалов в оценке лечения больных с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями пояснично-крестцового отдела // Вопросы нейрохирургии. 2000. № 3. С. 14–20.
3. Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. Таганрог, 1997.
4. Рыжова О.В., Тиходеев С.А., Вишнеvский А.А. Нейрофизиологический интраоперационный мониторинг в реконструктивно-восстановительных операциях на позвоночнике: проблемы и перспективы // Человек и здоровье: Тез. докл. VI конгресса. СПб., 2001. С. 168–169.
5. Рыжова О.В., Тиходеев С.А., Вишнеvский А.А. и др. Оценка возможностей нейрофизиологического мониторинга в реконструктивно-восстановительных операциях на позвоночнике // Вопросы нейрохирургии. 2003. № 1. С. 27–32.
6. American Electroencephalographic Society: Guideline nine: Guidelines on Evoked Potentials // J. Clin. Neurophysiol. 1994. Vol. 11. P. 40–73.
7. Dawson E.G., Sherman J.E., Kanim L.E., et al. Spinal cord monitoring. Results of the Scoliosis Research Society and the European Spinal Deformity Society survey // Spine. 1991. Vol. 16. (8 Suppl.). P. S361–S364.
8. Kotani H., Senzoku F., Hattori S., et al. Evaluation of cervical cord function using spinal evoked potentials from surface electrode // Spine. 1992. Vol. 17. P. 339–344.
9. Owen J.H. Monitoring during surgery for spinal deformities // In: Bridwell K.H., DeWald R.L., eds. The Textbook of Spinal Surgery. Philadelphia, 1997. P. 39–60.
10. Owen J.H. The application of intraoperative monitoring during surgery for spinal deformity // Spine. 1999. Vol. 24. P. 2649–2662.
11. Nuwer M.R., Dawson E.G., Carlson L.G., et al. Somatosensory evoked potential spinal cord monitoring reduces neurologic deficits after scoliosis surgery: results of a large multi-center survey // Electroencephalogr.Clin.Neurophysiol. 1995. Vol. 96. P. 6–11.
12. Komanetsky R.M., Padberg A.M., Lenke L.G., et al. Neurogenic motor evoked potentials: a prospective comparison of stimulation methods in spinal deformity surgery // J. Spinal Disord. 1998. Vol. 11. P. 21–28.

### Адрес для переписки:

Вишнеvский Аркадий Анатольевич  
194354, Санкт-Петербург, Учебный пер., 5,  
городская больница № 2,  
vichnevsky@mail.ru