

© Группа авторов, 2006

## **Электронеуромиография в диагностике послеоперационных неврологических осложнений у больных со сколиозом**

**А.П. Шеин, Г.А. Криворучко, П.И. Коваленко, А.В. Поздняков**

## ***Electroneuromyography in the diagnostics of postoperative neurological complications in patients with scoliosis***

**A.P. Shein, G.A. Krivorouchko, P.I. Kovalenko, A.V. Pozdnyakov**

Федеральное государственное учреждение науки

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росздрава», г. Курган  
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Цель исследования состояла в нейрофизиологическом анализе послеоперационных неврологических расстройств, связанных с воздействием оперативного вмешательства и дозированных тракционных нагрузок на функциональное состояние проводникового аппарата и вовлеченных в реакцию нейронных структур спинного мозга у больных со сколиозом III-IV степени. Проанализированы результаты лечения 8 больных женского пола в возрасте от 13 до 21 года, у которых диагностированы послеоперационные неврологические расстройства (нижний парапарез) различного характера и степени тяжести, верифицированные по данным ЭМГ-обследований с использованием глобальной и стимуляционной электронеуромиографии. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности использования интра- и послеоперационного мониторинга функций корешково-сегментарных структур и кортикоспинальных трактов в условиях оперативного лечения больных указанной категории.

Ключевые слова: сколиоз, неврологические осложнения, электромиография.

The object of the study was to make the neurophysiologic analysis of postoperative neurological disorders associated with the influence of surgical intervention and graduated traction loads on the functional status of the conductor system and reaction-involved neuronal structures of spinal cord in patients with scoliosis of III-IV degree. The results of treatment have been analyzed in 8 female patients at the age of 13–21 years with the diagnosis of postoperative neurological disorders (lower paraparesis) of different character and severity degree, verified by the data of EMG-examinations using global and stimulation electroneuromyography. The data obtained show the expedience of intra- and postoperative monitoring use for the functions of radiculosegmental structures and corticospinal tracts under surgical treatment of the mentioned category of patients.

Keywords: scoliosis, neurological complications, electromyography.

Одним из современных методов лечения сколиотической болезни является хирургическая коррекция оси позвоночника. Стремление добиться максимального исправления его деформации при оперативном лечении сколиоза нередко приводит к различным неврологическим осложнениям, встречающимся, по данным различных авторов [1, 3, 4, 9], в 0,6-25,4 % случаев. В частности, в ходе выполнения оперативного вмешательства (дискотомии, наложения аппарата наружной транспедикулярной фиксации позвоночника), существует определенная вероятность нарушения целостности позвоночного канала с последующим развитием компрессионно-ишемического поражения спинного мозга, что актуализирует организацию интра- и

послеоперационного нейрофизиологического мониторинга [6, 7, 8, 10]. Компрессионно-ишемические поражения развиваются, как правило, в связи с отеком, формированием гематом в эпидуральном пространстве на уровне дискотомий, а также проведением стержней аппарата НТФ в непосредственной близости к спинному мозгу и корешкам.

Цель настоящего исследования состояла в нейрофизиологическом анализе послеоперационных неврологических расстройств, связанных с воздействием оперативного вмешательства и дозированных тракционных нагрузок на функциональное состояние проводникового аппарата и вовлеченных в реакцию нейронных структур спинного мозга.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проанализированы результаты лечения 115 больных, поступивших в клинику РНЦ "ВТО" по поводу диспластического сколиоза III-IV степени [5], которым для коррекции деформации и стабилизации сегментов позвоночника

применялся аппарат наружной транспедикулярной фиксации (НТФ). Средний срок лечения в аппарате составил  $244 \pm 9$  дней, пролонгированная коррекция деформации продолжалась в среднем  $153 \pm 7$  дней, средний срок фиксации —

116±4 дня. Пациентам, у которых по данным компьютерной томографии костный блок в оперированном сегменте по истечению 5 месяцев не был сформирован, фиксацию продолжали еще 1-1,5 месяца. После снятия аппарата в течение 6-12 месяцев больные использовали фиксирующий корсет с целью стабилизации достигнутой коррекции. У 8 (7,0 %) больных (женского пола) в возрасте от 13 до 21 года клинически диагностированы послеоперационные неврологические расстройства (нижний парапарез смешанного типа) различной степени тяжести, верифицированные по данным ЭМГ-обследований с использованием глобальной и стимуляционной электронной миографии (табл. 1).

Используемое оборудование – цифровая система ЭМГ и ВП «Viking-IV» (Nicolet, США), включающая в себя опции магнитоимпульсного стимулятора Quadropuls (Magstim, Великобритания) и пакет прикладных программ, обеспечивающих регистрацию и анализ произвольной и вызванной форм биоэлектрической активности мышц. Комплекс методик, включал регистрацию и анализ транскраниально вызванных потенциалов (ТВП) с отведением ТВП от m. tibialis ant., М-ответов (m. tibialis ant., m. extensor dig. br.,

m. gastrocnemius (c.l.), m. soleus, m. flexor dig. br., m. rectus fem.), Н-рефлексов (m. gastrocnemius c.l., m. soleus), полисинаптических ответов (ПСО) в отведении от m. tibialis ant. при короткосерийной стимуляции n. plantaris (число импульсов в серии – 10, частота – 20 Гц, длительность одиночного стимула – 1 мс, интенсивность – двойной порог контрактильного ответа мышц подошвенной поверхности стопы), глобальной ЭМГ (функциональные пробы: «расслабление» и «максимальное произвольное напряжение»; объекты тестирования: m. tibialis ant., m. gastrocnemius c.l., m. biceps fem., m. rectus fem.). Тестировали одноименные группы мышц слева и справа. В качестве контроля использованы данные 32 здоровых испытуемых 17-24 лет. Обследования производились до лечения, спустя 1 месяц после оперативного вмешательства, перед снятием аппарата НТФ, а также через 6 (1-й контроль), 12 (2-й контроль) и 24 месяца (3-й контроль) после окончания лечения. Направление больных на дополнительные обследования (в режиме послеоперационного мониторинга) производилось по клиническим показаниям. В качестве контроля использованы данные 32 здоровых испытуемых 17-24 лет.

Таблица 1

Основные характеристики больных анализируемой выборки

№ п/п	Больная	Пол	Возраст	Арх. номер истории болезни	Вероятный уровень поражения	Вид и тяжесть пареза
1	А.	Ж	13	39079	Th <sub>11</sub>	Смешанный, грубый
2	Б.	Ж	14	35202	Th <sub>12</sub>	Смешанный, грубый
3	М.	Ж	13	37621	Th <sub>10</sub>	Спастический, легкий
4	П.	Ж	16	38793	L <sub>5</sub>	Вялый, легкий
5	Р.	Ж	17	27697	T <sub>9</sub>	Спастический, грубый
6	С.	Ж	17	32618	T <sub>8</sub>	Спастический, грубый
7	С-ва	Ж	16	27213	T <sub>9</sub>	Спастический, легкий
8	Ш.	Ж	21	37373	Th <sub>12</sub>	Смешанный, грубый

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Пациентам анализируемой выборки, производили дискотомию (больная М., 13 л., и/б 37621; больная Р., 17 л., и/б 27697; больная С., 17 л., и/б 32618; больная С-ва., 16 л., и/б 27213; больная Ш., 16 л., и/б 37373), передний расклинивающий спондилодез с использованием в качестве имплантата пористого никелида титана (больная А., 13 л., и/б 39079), гомокость (больная П., 16 л., и/б 38793), аутокости (больная Б., 14 л., и/б 35202).

У всех перечисленных пациентов в раннем послеоперационном периоде выявлены манифестирующие клинические признаки раздражения или сдавления спинного мозга в виде нижнего парапареза, отличающегося у различных больных по характеру (спастический, вялый, смешанный), тяжести и степени регресса к моменту снятия аппарата НТФ. Больные данной выборки жаловались на умеренные диффузные боли и

слабость в нижних конечностях, парестезии, снижение активных движений в конечностях, а также наличие (у некоторых) клонусов стоп.

Результаты проведенного нами анализа свидетельствуют о том, что в одном случае развитие нижнего (преимущественно спастического) парапареза связано с нарушением кровоснабжения спинного мозга в бассейне артерии Адамкевича (больная С., 17 л., и/б 32618; отсутствие активных движений в нижних конечностях, активные клоноиды в стопах, мышечная сила – 3 б.). У остальных пациентов формирование нижнего парапареза было связано с проникновением стержней аппарата НТФ в полость позвоночного канала на уровне грудного и поясничного отделов позвоночника, верифицированным по данным компьютерной томографии, что вызывало преходящую компрессию дурального мешка (больная А., 13 л., и/б 39079; больная Р., 17 л., и/б 27697; больная С-

ва, 16 л., и/б 27213; больная Ш., 16 л., и/б 37373; больная Б., 14 л., и/б 35202; больная М., 13 л., и/б 37621; больная П., 16 л., и/б 38793). Используются следующие способы купирования развившихся иннервационных расстройств: удаление компримирующих спинномозговые структуры стержней-шурупов аппарата НТФ с последующим их перепроведением; медикаментозная терапия с учетом индивидуальной переносимости препарата (трентал, пирацетам, платифиллин, ортофен, витамины группы «В»), физиолечение (электростимуляция паретичных мышц). Отчетливый регресс неврологической симптоматики отмечен у одного больного к моменту снятия аппарата, у пяти – через 12 месяцев после снятия аппарата. У двух больных обнаружено сохранение клинко-нейрофизиологических признаков пареза мышц голени и стопы средней тяжести в отдаленные (более 12 месяцев) сроки после снятия аппарата НТФ.

Данные дооперационных обследований свидетельствуют о наличии некоторых особенностей в нейрофизиологическом статусе сенсомоторной иннервации нижних конечностей у больных анализируемой выборки. В частности, средняя амплитуда суммарной ЭМГ (тест – «максимальное произвольное напряжение») в отдельных отведениях у этих пациентов оказалась существенно ниже контрольных величин в среднем на 43,2 %. К примеру, у трех больных (А., Б. и М.) средняя амплитуда суммарной ЭМГ *m. rectus fem.* правой и левой нижних конечностей составляла соответственно 0,25 мВ и 0,34 мВ (61 % и 83 % от контрольных величин), 0,28 мВ и 0,28 мВ (68,0 % и 68,0 %), 0,35 и 0,27 мВ (85 % и 66 %); у больной А. значения *m. tibialis ant.*, *m. biceps fem.* левой и правой ног соответствовали 0,29 мВ и 0,36 мВ (44,5 % и 55 %), 0,38 мВ и 0,44 мВ (58,5 % и 68,5 %) соответственно; у больной П. в отведении от *m. gastrocnemius (с.1.)* – 0,2 мВ и 0,17 мВ (50 % и 42 %). У всех восьми обследованных больных амплитуда М-ответов *m. extensor dig. br.* и *m. rectus fem.* оказалась ниже контрольных величин в среднем на 30,7 %. Что касается отведений от других мышц, то каждая пациентка характеризовалась отличительными особенностями амплитуды и асимметрии их суммарных вызванных потенциалов (М-ответов). Так, у больной А. амплитуда М-ответа оказалась ниже контрольной величины в отведении от левой *m. gastrocnemius с.1.* (26 мВ (83 %), у больной Р. в отведениях от *m. gastrocnemius (с.1.)* слева и справа (25 мВ и 22,5 мВ – 79,5 % и 71,5 %) и *m. soleus* (20,5 мВ и 20 мВ – 77 % и 75 %); у больной С. - в отведениях от *m. extensor dig. br.* слева и справа (5,4 мВ и 5,6 мВ – 51 % и 53 %); у больной Ш. – в отведениях от *m. tibialis ant.* слева и справа (7 мВ и 6,6 мВ – 89 % и 84 %). Показатели Н-рефлексов и ТВП в анализируе-

мой выборке больных соответствовали данным контрольной группы. Исключение составила больная С., у которой показатели Н-рефлекса *m. gastrocnemius (с.1.)* слева (3,4 мВ; 47 %) и ТВП слева и справа (3,1 мВ и 3 мВ; 62 % и 60 %) оказались существенно ниже контрольных величин.

Послеоперационная динамика анализируемых показателей у больных с неврологическими осложнениями также характеризовалась некоторыми особенностями, обусловленными локализацией и тяжестью интраоперационного поражения спинномозговых структур и характером последующих восстановительных изменений.

Спустя один месяц после операции во всех четырех отведениях отмечено билатеральное снижение амплитуды суммарной ЭМГ в среднем на 37,8 % от дооперационных величин (рис. 1). У больной М. данный показатель имел тенденцию к дальнейшему снижению, а у больной Р. оставался без существенной динамики на протяжении всего периода аппаратного лечения. Приближение величин амплитуды суммарной ЭМГ к дооперационным происходило через 6-12 месяцев после снятия аппарата.

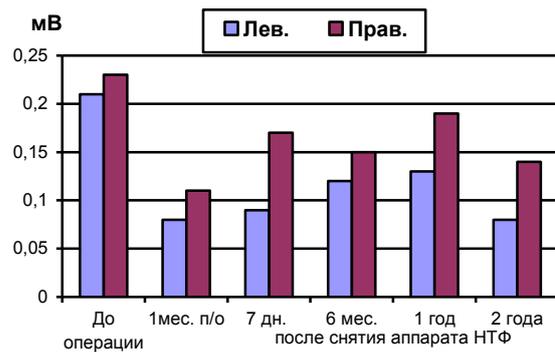


Рис. 1. Динамика амплитуды суммарной ЭМГ *m. gastrocnemius (с.1.)* (Б-я С., 17 л., и/б 32618)

В сравнении с данными дооперационных обследований у больных анализируемой выборки отмечено резкое моно- или билатеральное снижение амплитуды ТВП (рис. 2), сопровождаемое увеличением их латентности, длительности и числа фаз. В частности, у больной А. амплитуда ТВП, отведенного от левой *m. tibialis ant.* с 6,7 мВ уменьшилась до 0,6 мВ, что составило 9,0 % от дооперационной величины, а его латентность с 25,6 мс возросла до 40,3 мс (157,4 %); у больной Р. амплитуда ТВП левой и правой конечностей в дооперационный период составляла соответственно 3,1 мВ и 3 мВ, а после оперативного вмешательства упала до 0,2 мВ и 0,3 мВ (6,5 % и 10,0 %), а латентность с 26 мс и 23 мс увеличилась до 41 мс и 40 мс (157,7 % и 173,9 %); у больной С. амплитуда ТВП с 3,1 мВ и 3 мВ уменьшилась до 0,0 мВ и 0,8 мВ (0,0 % и 26,7 %) а у больной Б. – до 1,2 и 2,9 мВ (35,4 % и 56,9 % от дооперационных величин). К моменту завершения аппаратного лечения и спустя 6 месяцев после его снятия ам-

плитуда ТВП характеризовалась тенденцией к увеличению, а латентность – к уменьшению. В частности, спустя шесть месяцев после снятия аппарата амплитуда ТВП слева и справа у больной А. достигла 3,2 мВ и 4,7 мВ (47,8 % и 59,5 % от дооперационных величин), латентность 27,2 мс и 30,4 мс (106,3 % и 116,9 %). У больной С. амплитуда ТВП спустя шесть месяцев после завершения периода фиксации составила 5,5 мВ и 3,1 мВ (177,4 % и 103,3 %), а латентность – 33,7 мс и 25,5 мс (132,2 % и 101,2 %).

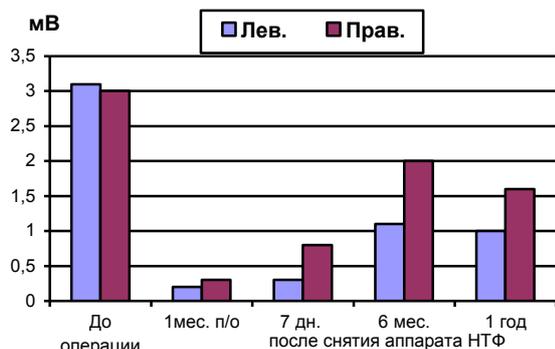


Рис. 2. Динамика амплитуды ТВП m. tibialis ant. (Б-я Р., 17 л., и/б 27697)

Спустя один месяц после операции у пяти больных амплитуда Н-рефлекса в отведении от m. gastrocnemius (с.1.) увеличилась в среднем на 12,7 % (рис. 3). К моменту завершения лечения она оставалась повышенной, а спустя шесть месяцев после снятия аппарата этот показатель стал снижаться, не достигнув ни в одном из анализируемых случаев дооперационной величины. Исключение составили трое пациентов (М., С., С-ва), у которых спустя один месяц после операции отмечено моно- (1 случай) или билатеральное (2 случая) снижение амплитуды Н-рефлекса m. gastrocnemius с.1. и m. soleus в среднем на 47,8 % и 42,0 %. К моменту завершения лечения в стационаре амплитуда Н-рефлекса m. gastrocnemius (с.1.) этих больных превысила дооперационный уровень и в дальнейшем ее изменения соответствовали динамике указанных показателей ранее упомянутых пяти пациентов данной выборки.

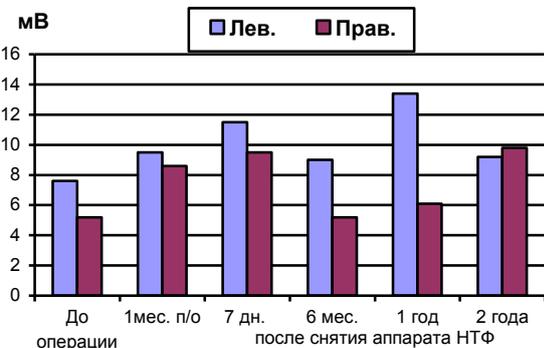


Рис. 3. Динамика амплитуды Н-рефлекса m. gastrocnemius (с.1.) (Б-я Р., 17 л., и/б 27697)

Спустя один месяц после операции практически у всех пациенток в большинстве отведенных отмечено снижение амплитуды М-ответов в среднем до 82,7 % от дооперационных величин, что особенно наглядно отражено в динамике соответствующего показателя в отведении от m. tibialis ant. (рис. 4). В момент снятия аппарата и спустя шесть месяцев после завершения лечения больных в стационаре амплитуда М-ответов в большинстве случаев приблизилась к дооперационным значениям. Исключение составили больные С. и Р. В частности, у больной С. в отведении от m. tibialis ant., m. extensor dig. br., m. gastrocnemius (с.1.), m. soleus, m. flexor dig. br., динамика амплитуды М-ответов слева и справа характеризовалась тенденцией к дальнейшему снижению. У больной Р. спустя шесть месяцев после лечения амплитуда М-ответов m. tibialis ant., m. gastrocnemius (с.1.), m. soleus также билатерально понизилась в среднем до 70,4 % от дооперационных величин.

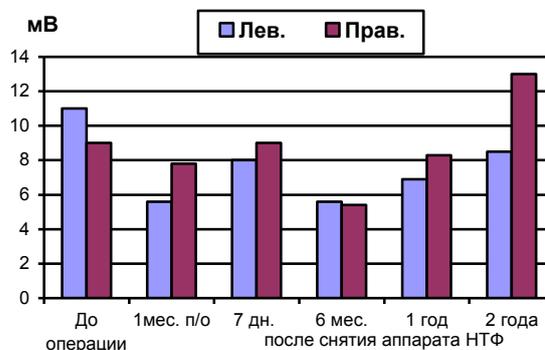


Рис. 4. Динамика амплитуды М-ответа m. tibialis ant. (Б-я Р., 17 л., и/б 27697)

К концу первого и второго года после прекращения фиксации позвоночника аппаратом ТПФ у обследованных больных отмечена тенденция к регрессу неврологической симптоматики, что сопровождалось приближением двигательного режима оперированных к дооперационному, увеличением амплитуды суммарной ЭМГ, М-ответов, ТВП и приближением параметров Н-рефлексов к дооперационным величинам. Тем не менее, у отдельных больных сохранялось существенное отличие некоторых показателей от дооперационных величин. Так, у больной Р. спустя 12 месяцев после операции амплитуда Н-рефлекса в отведении от m. gastrocnemius (с.1.) левой и правой конечности по сравнению с дооперационными величинами оставалась билатерально увеличенной (слева – на 90,8 %, справа - на 142,3 %), амплитуда ТВП – билатерально сниженной (слева – до 32,3 %, справа - до 53,3 %); у б-й С. амплитуда ТВП слева была ниже дооперационной на 67,7 %, справа – на 46,7 %, а их латентности выше соответственно на 43,9 % и 7,5 %. Спустя два года после лечения у больной Р. Н-рефлексы слева и справа оставались повышенными (соответст-

венно на 21,1 % и 88,5 % относительно дооперационных), амплитуда суммарной ЭМГ в отведении от *m. gastrocnemius* (с.1.) и *m. biceps fem.* – сниженной, составляя в среднем 21,3 % от дооперационной. Амплитуда ТВП у больной С. оставалась пониженной (слева – на 71,0 %, справа – на 63,3 %), а латентность – увеличенной соответственно на 58,8 % и 15,1 %.

В норме ПСО у испытуемых контрольной группы отсутствуют. В анализируемой выборке больных слабо выраженный ПСО до лечения выявлен лишь у одной пациентки (больная С.) а к моменту завершения фиксации позвоночника аппаратом ТПФ ПСО у нее не регистрировалась. У большинства больных, характеризующихся наличием клинических признаков послеопера-

ционного парапареза спастического и смешанного типов, ПСО проявляются моно- или билатерально в различные сроки (от 2 недель до 12 месяцев) после наложения аппарата ТПФ. Наличие и анализируемые количественные характеристики ПСО (максимальная амплитуда и длительность вспышки биоэлектрической активности *m. tibialis ant.* в условиях короткосерийной стимуляции *n. plantaris*) достаточно четко коррелировали как с клиническими проявлениями спастичности, так и с выраженностью отклонений от исходных величин параметров ТВП, Н-рефлексов и показателей суммарной ЭМГ в условиях выполнения теста «расслабление» и «максимальное произвольное напряжение».

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные позволяют заключить, что использованная методика оперативного лечения сколиоза является малотравматичной по количеству осложнений (7,0 % от общего числа прооперированных больных) и их тяжести. Тем не менее, результаты проведенного исследования, ориентированного на оценку электрофизиологических характеристик тяжести и динамики развившегося вследствие оперативного вмешательства на позвоночнике неврологического дефицита, свидетельствуют о целесообразности использования интра- и послеоперационного мониторинга функций корешково-сегментарных структур и кортикоспинальных трактов у больных указанной категории. В этом плане предложенная нами версия специализи-

рованного пакета ЭМГ-методик [2] легко реализуема на современных отечественных и импортных цифровых системах ЭМГ/ВП и отличается достаточно высокой воспроизводимостью и информативностью выбранных показателей. Кроме того, представленные в настоящей работе материалы следует рассматривать в качестве обоснования для введения ежедневной (в течение первого полугодия) электростимуляции мышц нижних конечностей в качестве адекватного метода реабилитации больных, перенесших неврологически осложненную оперативную коррекцию оси позвоночника. При этом в особом внимании нуждаются т.н. антигравитационные группы мышц: передняя бедра, задняя голени и мышцы свода стопы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Михайловский, М. В. Хирургия деформаций позвоночника / М. В. Михайловский, Н. Г. Фомичев. – Новосибирск : Изд-во Новосибирского ун-та, 2002. - 430 с.
2. Нейрофизиологические и клинические аспекты реактивности и резистентности спинномозговых структур у больных с закрытыми повреждениями грудного и поясничного отделов позвоночника / А. П. Шейн, Г. А. Криворучко, Н. А. Чухарева, С. В. Люлин // Вестник РАМН. – 2000. - № 2. - С. 35-41.
3. Норкин, И. А. Неврологические осложнения при лечении сколиоза с использованием метода Харрингтона / И. А. Норкин // Ортопедическое лечение детей с неврологическими заболеваниями. - Л., 1986. - С. 120-123.
4. Сумин, Ю. Г. Неврологические осложнения и их профилактика при хирургическом лечении сколиоза / Ю. Г. Сумин, Н. Н. Павленко, А. Е. Кригер // Актуальные вопросы лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата : материалы юбил. конф., посвящ. 75-летию санатория Евпатория. – Евпатория, 1995. - С. 44-45.
5. Чаклин, В. Д. Сколиоз и кифозы / В. Д. Чаклин, Е. А. Абальмасова. - М. : Медицина, 1973. - 257 с.
6. Intra-operative monitoring in scoliosis surgery with multi-pulse cortical stimuli and desflurane anesthesia / Y. L. Lo [et al.] // Spinal Cord. - 2004. - Vol. 42, No 6. - P. 342-345.
7. Monitoring scoliosis surgery with combined multiple pulse transcranial electric motor and cortical somatosensory-evoked potentials from the lower and upper extremities / D. B. MacDonald [et al.] // Spine. - 2003. - Vol. 28, No 2. - P. 194-203.
8. Multimodality monitoring of transcranial electric motor and somatosensory-evoked potentials during surgical correction of spinal deformity in patients with cerebral palsy and other neuromuscular disorders / S. DiCindio [et al.] // Spine. - 2003. - Vol. 28, No 16. - P. 1851-1855.
9. Shaw, B. A. Neurological risk management in scoliosis surgery / B. A. Shaw // J. Pediatr. Orthop. - 2002. - Vol. 22, No 5. - P. 683-689.
10. Spinal cord monitoring using intraoperative somatosensory evoked potentials for spinal trauma / A. I. Tsirikos [et al.] // J. Spinal Disord. Tech. - 2004. - Vol. 17, No 5. - P. 385-394.

Рукопись поступила 28.02.05.