

БАЛЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО НЕЙРОМОНИТОРИНГА ПРИ ОПЕРАТИВНОЙ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИЙ ПОЗВОНОЧНИКА

А.А. Скрипников, М.С. Сайфутдинов, С.О. Рябых, Г.А. Криворучко, А.П. Шеин

ФГБУ «РНИЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, ул. М. Ульяновой, д. 6, г. Курган, Россия, 640014

Реферат

Цель данной работы состояла в систематизации наблюдаемых в процессе интраоперационного нейромониторинга электрофизиологических феноменов с последующей разработкой оценочной шкалы результатов интраоперационного нейрофизиологического тестирования пирамидного тракта.

Материал и методы. Анализируемая выборка включала в себя данные 147 протоколов интраоперационного нейромониторинга у 135 больных (53 мужского, 82 женского пола) в возрасте от 1 года 5 мес. до 52 лет ($14,1 \pm 0,7$ лет) с деформациями позвоночника различной этиологии, которым была произведена инструментальная коррекция деформации с последующей фиксацией сегментов грудного или грудно-поясничного отдела позвоночника с использованием различных вариантов погружных систем транспедикулярной фиксации. Интраоперационный нейромониторинг осуществлялся с помощью системы «ISIS IOM» (Inomed Medizintechnik GmbH, Германия). По балльной шкале оценивали изменения моторных вызванных потенциалов.

Результаты. Выделено пять типов реакции пирамидной системы на оперативное вмешательство. По нейрофизиологическим критериям выявлены три степени риска развития неврологических расстройств в ходе оперативной коррекции деформаций позвоночника и соответствующие им три уровня тревоги для нейрохирурга.

Заключение. Интраоперационный нейрофизиологический мониторинг является эффективным высокотехнологичным инструментом предотвращения неврологических расстройств при деформации позвоночника. Предложенная шкала оценки риска развития неврологических осложнений позволяет выделить три уровня тревоги в процессе оперативного вмешательства.

Ключевые слова: деформация позвоночника, интраоперационный нейромониторинг, пирамидная система, неврологические осложнения.

Введение

Развитие высокотехнологичной медицины направлено не только на создание новых возможностей для вмешательства в структуры и функции человеческого организма, но и на обеспечение максимальной безопасности подобных действий. Именно это обстоятельство послужило толчком для разработки и развития различных технологий интраоперационного нейрофизиологического мониторинга (ИОНМ), направленного на выявление негативных отклонений функционального состояния центральной нервной системы и периферических нервных структур больного в процессе выполнения оперативного вмешательства.

Для профилактики послеоперационных двигательных нарушений ятрогенной природы при оперативной коррекции деформаций позвоноч-

ника в настоящее время используются моторные вызванные потенциалы (МВП), возникающие в мышцах пациента в условиях транскраниальной электростимуляции двигательной коры головного мозга [7–11].

Ввиду значительной вариативности клинических и физиологических особенностей пациентов с деформациями позвоночника, а также специфичности их реакции на анестезию и хирургическую агрессию, динамика показателей МВП характеризуется выраженной индивидуальностью, что затрудняет формализацию и интерпретацию конкретного протокола ИОНМ. Данным обстоятельством объясняется тот факт, что основной массив публикаций по настоящему вопросу отражает преимущественно качественные характеристики наблюдаемых феноменов, в связи с чем существуют определенные разногласия в их толковании.

Скрипников А.А., Сайфутдинов М.С., Рябых С.О., Криворучко Г.А., Шеин А.П. Балльная оценка результатов интраоперационного нейромониторинга при оперативной коррекции деформаций позвоночника. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):37-45.

Скрипников Александр Анатольевич. ул. М. Ульяновой, д. 6, г. Курган, Россия, 640014; e-mail: skripnikov2007@mail.ru

Рукопись поступила: 28.09.2015; принята в печать: 20.10.2015

Цель данной работы состояла в систематизации наблюдаемых в процессе интраоперационного нейромониторинга электрофизиологических феноменов с последующей разработкой оценочной (балльной) шкалы результатов интраоперационного нейрофизиологического тестирования пирамидного тракта.

Материал и методы

Анализируемая выборка включала в себя данные 147 протоколов интраоперационного нейромониторинга у 135 больных (53 мужского и 82 женского пола) в возрасте от 1 года 5 мес. до 52 лет ($14,1 \pm 0,7$ лет) с деформациями позвоночника различной этиологии: идиопатический сколиоз был диагностирован у 51 пациента, деформации позвоночника врожденного генеза и связанные с системными поражениями – у 64 лиц, нейромышечный и нейрогенный сколиоз – у 15 больных, деформации позвоночника, связанные с другими причинами, – у 5 пациентов. Величина деформации варьировала от 20 до 105° по сколиотическому компоненту и от 15 до 134° – по кифотическому. Всем пациентам была произведена инструментальная коррекция деформации с последующей фиксацией сегментов грудного или груднопоясничного отдела позвоночника с использованием различных вариантов погружных систем транспедикулярной фиксации. Общая анестезия осуществлялась в виде комбинации гипнотика пропофола с наркотическим анальгетиком фентанилом. На стадии интубации применялся миорелаксант среднего действия – эсмерон. Исходя из цели данной работы, мы не сочли целесообразным представлять более подробное описание использованных вариантов оперативного вмешательства и особенностей анестезиологического обеспечения. Они широко освещены в ранее опубликованных нами работах [3–6].

В предоперационном периоде возможность интраоперационной регистрации пригодных для анализа МВП оценивалась у пациентов старше пяти лет по данным глобальной и стимуляционной электромиографии (ЭМГ). Исследование производилось с использованием цифровой ЭМГ-системы «Viking EDX» (Natus Medical Incorporated, США) и магнитоимпульсного стимулятора «BiStim²» (Magstim, Великобритания). Функциональное состояние выбранных мышц-индикаторов анализировалось в условиях выполнения теста «максимальное произвольное напряжение», а также по данным транскраниально вызванных потенциалов (использован двойной угловой койл) и М-ответов [1]. У детей младше пяти лет функциональное состояние пирамидного тракта оценивалось клинически. Контрольное

ЭМГ-исследование в зависимости от состояния пациента выполнялось через одну-две недели после оперативного вмешательства.

Интраоперационный нейромониторинг осуществлялся с помощью системы «ISIS IOM» (Inomed Medizintechnik GmbH, Германия). В режиме «free run» контролировали степень представленности спонтанной активности тестируемых мышц, факт возникновения которой также является диагностическим признаком, свидетельствующим об интраоперационном развитии ирритативных явлений на уровне спинномозговых корешков. МВП получали посредством транскраниальной электростимуляции коры головного мозга с помощью субдермальных спиралевидных электродов, установленных на скальпе в проекции корковых представительств мышц-индикаторов, что соответствовало отведениям C_3 , C_4 по международной системе регистрации ЭЭГ «10-20». Стимулы предъявлялись пачками, состоящими из пяти разнополярных импульсов длительностью 1 мс с межстимульным интервалом 4 мс, частотой 1 Гц и интенсивностью порядка 150 мА. При нерегулярном возникновении МВП, их отсутствии или нестабильности амплитудно-временных характеристик производилась транспозиция стимулирующих электродов до получения воспроизводимого ответа. Регистрирующие игольчатые электроды устанавливались монополярно (отведение типа «belly-tendon»). Выбор мышц-индикаторов для получения МВП был обусловлен уровнем хирургического вмешательства на позвоночнике и результатами предоперационного ЭМГ-исследования.

Первое тестирование (регистрация «базовых» МВП) проводилось через 40–60 мин после введения миорелаксанта. Оценивались латентный период ответов, их амплитуда, форма и воспроизводимость. Последующие тестирования проводились после выполнения имплантации опорных элементов конструкции и на различных этапах корригирующих маневров. Продолжительность мониторинга варьировала от 1 ч 03 мин до 9 ч 00 мин (средняя длительность $3,9 \pm 0,2$ ч).

В процессе каждой посылки стимулирующих воздействий на кору головного мозга оценивался характер реакции пирамидных трактов на хирургические манипуляции. В качестве диагностически значимых изменений характеристик МВП рассматривалось снижение амплитуды более чем на 50% от исходного уровня и увеличение латентного периода, превышающее 10%. Зафиксированным реакциям характеристик МВП присваивался ранг в соответствии

с разработанной нами шкалой. Совокупность изменений ранговой оценки МВП на протяжении оперативного вмешательства являлась основанием для присвоения выявленному типу реакции моторной системы соответствующего балла. Определялась частота встречаемости (v) выделенных типов реакции по формуле:

$$v_i = \frac{n_i \times 100\%}{N},$$

где n_i – число наблюдений i -го типа реакции, N – общее количество наблюдений в анализируемой выборке.

Результаты

Показатели исходных МВП, получаемых до начала хирургического вмешательства, характеризовались значительной индивидуальной вариативностью, связанной с особенностями функционального статуса пирамидной системы, который был обусловлен такими факторами, как возраст, размер тела пациента, особенности протекания основного и сопутствующего заболеваний. В одном случае ответы были получены только монолатерально, еще у двух больных исходные МВП получить не удалось.

Среди многообразия форм, получаемых в процессе тестирования МВП, можно условно выделить несколько типичных конфигураций:

1) полифазные (четыре и более фаз) с относительно близкими амплитудными характеристиками большинства фаз;

2) полифазные с неравномерно выраженной амплитудой ответов в серии (возможно наличие фазы, доминирующей над другими);

3) сокращенное количество фаз (до трех и менее).

В процессе регистрации «базовых» МВП наиболее часто встречались первый и второй варианты конфигурации ответов. Третий тип (при низких значениях амплитуды МВП) наблюдался у детей младше трех лет и у пациентов с исходно значительно сниженной амплитудой произвольной и вызванной биоэлектрической активности мышц-индикаторов.

Из приведенных в таблице 1 описаний наблюдаемых реактивных изменений МВП видно, что каждый из них отражает функциональное состояние пирамидной системы на момент тестирования в условиях воздействия текущей комбинации факторов оперативного вмешательства (наркоз, действия хирурга, эндогенные события и т.п.). Каждому виду реактивных изменений МВП присваивался соответствующий оценочный ранг (от «0» до «7»). При последующем тестировании ранговая оценка либо сохранялась на том же уровне (относительно предшествующей динамики МВП), либо менялась в сторону

Таблица 1

Ранговая оценка реакции параметров моторных вызванных потенциалов на текущее оперативное воздействие

Ранг	Электрофизиологический феномен
0	Сохранение на момент тестирования формы и амплитудно-временных параметров МВП, близких к исходным
1	Повышение амплитуды МВП относительно исходного уровня, зачастую сопровождаемое появлением дополнительных фаз
2	Умеренное снижение амплитуды МВП, не сопровождаемое существенным изменением его формы
3	Нестабильность амплитудно-временных характеристик и формы (значительные колебания количества и выраженности фаз) ответа
4а	Значительное снижение амплитуды МВП (более чем на 50% от исходного уровня), сопровождаемое колебаниями его латентности и обеднением (редукцией) формы с последующим восстановлением характеристик МВП, близких к исходным
4б	Значительное снижение амплитуды МВП (более чем на 50% от исходного уровня), сопровождаемое колебаниями его латентности и обеднением формы с последующим сохранением угнетенных ответов и/или дальнейшим угнетением МВП, вплоть до полного исчезновения
5	Полное исчезновение ответа (длительностью не более 15 мин) с последующим восстановлением до уровня, близкого к исходному
6	Полное исчезновение ответа с последующим частичным восстановлением
7	Полное исчезновение МВП без признаков его восстановления к моменту завершения хирургического вмешательства

повышения или понижения в зависимости от способности пирамидной системы транслировать волну возбуждения от моторной коры к мышце-индикатору.

Обобщая текущие изменения значений ранговой оценки МВП на протяжении всей операции, мы выделили пять типов устойчивых (воспроизводимых на различных больных) комбинаций рангов, которые, по-нашему мнению, соответствуют основным типам реакции моторной системы пациента на оперативную коррекцию деформаций позвоночника. Они представлены в таблице 2.

Выделенные типы реакции отражают уровень риска развития и обратимости неврологических осложнений (развития моторного дефицита), которые могут возникнуть в результате интраоперационного повреждения проводящих путей спинного мозга.

Как видно из таблицы 2, использование указанных технологий оперативной коррекции деформаций позвоночника сопровождается минимальным риском развития неврологических осложнений за исключением небольшого числа случаев (в пределах 10%), при которых повышенная опасность повреждения моторных трактов обусловлена особенностями патологии. При выявлении IV и V типов реакции, благодаря своевременно принятым мерам (введению гормональных, вазоактивных препаратов, частичному сбросу тракционных нагрузок на спинной мозг), в большинстве наблюдений моторные функции пациентов сохранились на уровне, соответствующем дооперационному.

В трех случаях, после выявления реакции V типа, пациентам были проведены повторные оперативные вмешательства (перепроведение винтов, сброс тракционных нагрузок).

Клинический пример

Пациенту М., 14 лет, с врожденной аномалией развития позвоночника и грудной клетки, инфантильным идиопатическим прогрессирующим сколиозом крайне тяжелой степени (по James) на фоне заднебокового полупозвонка Th₇ справа было выполнено оперативное вмешательство, включающее остеотомию по Smith-Peterson на четырех уровнях, коррекцию и заднюю инструментальную фиксацию позвоночника системой транспедикулярной фиксации на уровне Th₃-L₄ и задний спондилодез. Перед началом операции в отведениях от мышц нижних конечностей зарегистрированы хорошо воспроизводимые полифазные МВП, которые оставались таковыми до этапа коррекции деформации, во время которого зафиксировано резкое билатеральное снижение амплитуды потенциалов (с одновременным увеличением их латентности) с последующим полным исчезновением МВП. В дальнейшем, после частичного сброса корригирующих нагрузок на позвоночник, отмечено появление низкоамплитудных двух- и трехфазных МВП с увеличенными латентными периодами и нестабильной конфигурацией. На завершающем этапе операции амплитуда ответов колебалась в диапазоне 2,7–97,3%, а латентность – от 94,4 до 141,9% от исходных величин. В послеоперационном периоде моторные и сенсорные расстройства у данного пациента не наблюдались.

В 11 (7,5%) наблюдениях отмечались ЭМГ-признаки ирритации корешков спинного мозга – кратковременные вспышки спонтанной ЭМГ в соответствующих отведениях, которые стихали в результате коррекции действий хирургов после получения ими данной информации.

Таблица 2

Типы реакции моторной системы больных на оперативную коррекцию деформации позвоночника

Тип	Комбинации рангов	Частота встречаемости		Характеристика риска
		n	%	
I	0, 1, 2	70	48,3	Благоприятное течение
II	0, 1, 2, 3, 4a	19	13,1	Удовлетворительное течение
III	0, 1, 2, 3, 4a, 5	21	14,5	Низкий риск
IV	0, 1, 2, 3, 4b, 5, 6	23	15,9	Средний риск
V	0, 1, 2, 3, 4b, 5, 6, 7	12	8,2	Высокий риск

Примечание: процент рассчитан без учета двух наблюдений с исходно отсутствующими моторными потенциалами.

Наряду с реализацией текущего контроля, предложенная нами шкала типов реактивности моторной системы интересна еще и тем, что отражает эффективность физиологических механизмов, обеспечивающих поддержание функции пирамидных трактов в условиях экстремального воздействия. К этим механизмам относятся, прежде всего, неспецифические регуляторные системы ЦНС, обеспечивающие баланс между активацией и торможением корковых моторных зон. Тем самым они интегрируют действие факторов анестезии и эффектов разнообразной интенсивной интероцептивной (в том числе и ноцицептивной) афферентации из зоны оперативного вмешательства.

Другим важным компонентом, предположительно определяющим тип реакций моторных структур ЦНС на хирургическую агрессию, является состояние интрамедуллярной сосудистой системы. Резкое сужение и перепады давления в интрамедуллярных артериях могут стать причиной транзиторных интраоперационно индуцированных ишемических атак, приводящих к появлению эффекта нестабильности МВП и их временному снижению.

В результате обобщения данных литературы и собственного опыта нами предложен алгоритм подготовки и проведения интраоперационного нейромониторинга, который может быть использован в качестве основы для разработки соответствующих ИОНМ-протоколов (табл. 3).

Таблица 3

Последовательность клинических мероприятий при проведении интраоперационного нейрофизиологического мониторинга

№	Содержательная сторона действия	
1	Предоперационная подготовка	
1.1	Отбор больных для мониторинга	
1.1.1	Наличие показаний к использованию ИОНМ: а) оперативное вмешательство высокого риска, агрессивное по отношению к проводящим путям спинного мозга, его сегментарным структурам и спинномозговым корешкам; б) достаточный уровень сохранности моторной функции конечностей	
1.1.2	Основания для отказа: а) наличие прямых противопоказаний, связанных с процедурой ИОНМ (например, наличие декомпенсированной эпилепсии); б) конфликт требований анестезиолога и условий проведения ИОНМ (например, необходимость использования миорелаксантов или севофлурана); с) исходные нарушения функции нейромоторного аппарата, не позволяющие производить нейромониторинг (значительные функциональные нарушения проводниковых свойств пирамидного тракта, ЭМГ-признаки грубых амиотрофических изменений в мышцах-индикаторах); д) экономические и технические причины (высокая стоимость расходных материалов и трудовых затрат для проведения нейромониторинга, с одной стороны, и низкий риск послеоперационных осложнений, с другой)	
1.2	Предоперационные обследования	
1.2.1	Электронейромиография	а) определение исходного функционального статуса пирамидной системы б) выбор мышц-индикаторов, пригодных для проведения ИОНМ
1.2.2	Электроэнцефалография	Выявление ЭЭГ-признаков эпилепсии
2	Процедура ИОНМ	а) размещение электродов; б) проведение тестирования; с) адекватные действия в критических ситуациях
3	Послеоперационный период	
3.1	Первичный анализ информации, собранной в процессе ИОНМ. Оформление протокола	
3.2	Послеоперационное ЭМГ-обследование	

Обсуждение

Наблюдаемые в процессе тестирования локальные электрофизиологические реакции (см. табл. 1), отнесенные нами к рангам «0», «1» и «2», свидетельствуют о сохранении текущего функционального состояния ЦНС на уровне, близком к предоперационному. Регистрация изменений, соответствующих локальным реакциям «3» и «4а», указывает на значительное снижение возбудимости части элементов моторной системы, обусловленное причинами функционального характера. Последствия указанных изменений вполне обратимы. Тем не менее они свидетельствуют о наличии низкой степени риска развития интраоперационных неврологических осложнений. Это первый уровень тревоги для нейрохирурга, требующий повышенного внимания к своим действиям в случае сохранения или повторного появления подобных трендов МВП.

Электрофизиологические феномены, маркированные нами рангами «4б», «5» и «6», указывают на существенные изменения в состоянии моторных трактов, связанные с блокадой передачи возбуждения по значительному количеству нервных волокон. Существует определенная вероятность того, что последствия этих изменений могут стать частично или полностью необратимыми. Это второй уровень тревоги, требующий от нейрохирурга принятия решения о целесообразности фармакологической поддержки пациента и/или внесения технологических коррекций в ход манипуляций на позвоночнике.

Полное выпадение МВП без признаков восстановления на момент окончания операции (вид реакции «7») свидетельствует о наиболее высокой степени риска (третий – максимальный уровень тревоги). Тем не менее наблюдаемый феномен не означает окончательной утраты пирамидного моторного контроля над тестируемой мышцей, но делает еще более вероятным значительное его снижение в послеоперационном периоде, что впоследствии может потребовать применение курса специализированных реабилитационных мероприятий и, возможно, повторного оперативного вмешательства.

Исходя из вышеизложенного, изменения МВП, не связанные с непосредственными действиями хирурга, но по формальным признакам воспринимаемые как негативные, обусловлены угнетением возбудимости моторной коры и флуктуацией функционального состояния волокон кортикоспинального тракта, спинальных корешков и периферических нервов. В первом случае ведущую роль играет воздействие наркоза, особенно у детей с повышенной чувствительностью к пропофолу. В данной ситуации необ-

ходимо контролировать концентрацию данного препарата в крови таким образом, чтобы она не превышала 0,6–0,8 нг/мл [10]. Эффективным способом контроля повышенной чувствительности к этому препарату у детей может служить дополнительная регистрация МВП в отведениях от мышц верхних конечностей (*mm. thenar, mm. hypothenar*).

Устойчивое снижение возбудимости проводниковых элементов сегментарных структур, корешков спинного мозга и нервных стволов может возникать вследствие гипертермии подлежащих нервных структур при избыточно пролонгированном воздействии на ткани ВЧ-тока, генерируемого электрокоагулятором, используемым в монополярном режиме рассечения тканей и коагуляции. В частности, с этим явлением связывается временное угнетение МВП на начальных этапах оперативного вмешательства (при скелетировании позвоночника). В подобной ситуации дополнительным способом интраоперационного контроля функционального статуса проводниковых структур спинного мозга может служить термография кожных покровов нижних конечностей: интраоперационное снижение возбудимости пре- и постганглионарных структур симпатической нервной системы, связанное с развитием гипертермических блоков, может привести к существенному повышению кожной температуры [2].

Трансформация МВП при II–IV типах реакции обусловлена не столько непосредственным воздействием на нервную ткань, сколько взаимодействием вышеперечисленных физиологических механизмов. Это дает основания считать, что наблюдаемый при интраоперационном электрофизиологическом тестировании тип реакции пирамидной системы в определенной степени отражает состояние механизмов адаптации и связан с реабилитационным потенциалом пациента. Иными словами, динамика характеристик моторных потенциалов, регистрируемых во время проведения оперативного вмешательства, содержит информацию о состоянии общих неспецифических регуляторных систем организма. Предполагается, что выделенные нами типы реакции позволят найти подход к получению и дальнейшему использованию данной информации.

Заключение

Таким образом, использование технологии регистрации МВП в процессе оперативной коррекции деформаций позвоночника является высокоэффективным инструментом профилактики развития интраоперационных неврологических

осложнений. Нами проведена систематизация выявленных электрофизиологических феноменов, на основании чего были выделены основные типы реакции моторной системы на оперативное вмешательство. Предложенная схема шкалирования типов реакции моторной системы отражает степень риска развития неврологических осложнений в условиях хирургической агрессии.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Команцев В.Н., Заболотных В.А. Методические основы клинической электронейромиографии. СПб.: Лань; 2001. 349 с.
2. Новиков В.В., Новикова М.В., Цветовский С.Б., Лебедева М.Н., Михайловский М.В., Васюра А.С., Дологин Д.Н., Удалова И.Г. Профилактика неврологических осложнений при хирургической коррекции грубых деформаций позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2011; (3):66-76.
3. Рябых С.О., Савин Д.М., Медведева С.Н., Губина Е.Б. Опыт лечения нейрогенных деформаций позвоночника. *Гений ортопедии*. 2013; (1):87-92.
4. Рябых С.О. Применение двойного деротационного маневра для коррекции сколиозов тяжелой степени. *Гений ортопедии*. 2013; (4):71-75.
5. Рябых С.О., Савин Д.М., Третьякова А.Н. Хирургия тяжелых комбинированных кифозов на фоне миелоцеле: первый отечественный опыт. *Хирургия позвоночника*. 2014; (1):65-70.
6. Рябых С.О. Алгоритм выбора хирургической тактики при врожденных деформациях позвоночника на фоне множественных пороков позвонков. *Хирургия позвоночника*. 2014; (2):21-28.
7. Хить М.А., Колесов С.В., Колбовский Д.А., Морозова Н.С. Роль интраоперационного нейрофизиологического мониторинга в предотвращении развития послеоперационных неврологических осложнений в хирургии сколиотической деформации позвоночника. *Невро-мышечные болезни*. 2014; (2):36-41.
8. Gibson P.R.J. Anaesthesia for correction of scoliosis in children. *Anaesth Intensive Care*. 2004; 32:548-559.
9. Hsu B., Cree A.K., Lagopoulos J., Cummine J.L. Transcranial motor-evoked potentials combined with response recording through compound muscle action potential as the sole modality of spinal cord monitoring in spinal deformity surgery. *Spine*. 2008; 33:1100-1106.
10. Koruk S., Mizrak A., Kaya B. et al. Propofol/dexmedetomidine and propofol/ketamine combinations for anesthesia in pediatric patients undergoing transcatheter atrial septal defect closure: a prospective randomized study. *Clin Ther*. 2010; 32:701-709.
11. Pelosi L., Lamb J., Grevitt M, et al. Combined monitoring of motor and somatosensory evoked potentials in orthopaedic spinal surgery. *Clin Neurophysiol*. 2002; 113:1082-1091.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Скрипников Александр Анатольевич – канд. мед. наук научный сотрудник лаборатории патологии осевого скелета и нейрохирургии ФГБУ «РНЦ “Восстановительная травматология и ортопедия” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Сайфутдинов Марат Саматович – д-р биол. наук ведущий научный сотрудник лаборатории патологии осевого скелета и нейрохирургии ФГБУ «РНЦ “Восстановительная травматология и ортопедия” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Рябых Сергей Олегович – д-р мед. наук руководитель лаборатории патологии осевого скелета и нейрохирургии ФГБУ «РНЦ “Восстановительная травматология и ортопедия” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Криворучко Галина Алексеевна – старший научный сотрудник лаборатории патологии осевого скелета и нейрохирургии ФГБУ «РНЦ “Восстановительная травматология и ортопедия” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Шенин Александр Порфирьевич – д-р биол. наук профессор ведущий научный сотрудник лаборатории патологии осевого скелета и нейрохирургии ФГБУ «РНЦ “Восстановительная травматология и ортопедия” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

RATING OF INTRA-OPERATIVE NEURO-MONITORING RESULTS IN OPERATIVE CORRECTION OF THE SPINAL DEFORMITIES

A.A. Skripnikov, M.S. Saiphutdinov, S.O. Ryabykh, G.A. Krivoruchko, A.P. Shein

*Illizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»,
ul. M. Ul'yanovoy, 6, Kurgan, Russia, 640014*

Abstract

Purpose of the work was filing the electrophysiological phenomena observed in the process of intra-operative neuro-monitoring followed by development of the results' scale of intra-operative neuro-physiological testing of the pyramidal tract.

Materials and methods. The selection for evaluation included data of 147 protocols of intra-operative neuro-monitoring in 135 patients (53 males, 82 females), aged from 1 y. 5 m. to 52 years ($14,1 \pm 0,7$ years) with spinal deformities of different etiology who underwent instrumentation spinal correction followed by fixation of thoracic / thoracolumbar spine segments using various variants of internal systems of trans-pedicular fixation. Intra-operative neuro-monitoring was performed using system «ISIS IOM» (Inomed Medizintechnik GmbH, Germany). The changes of motor evoked potentials were evaluated according to this scale.

Results. Five types of pyramidal system reaction to operative invasion were revealed. According to neurophysiological criteria three grades of the risk of neurological disorders development during operative spinal deformity correction and, correspondingly, three levels of anxiety for the surgeon were defined.


Conclusion. Intra-operative neurophysiological monitoring is the effective highly technological instrument to prevent neurological disorders in the spinal deformity. Offered rating scale of the risk of neurological complications gives the possibility to highlight three levels of anxiety during operative invasion.

Key words: spinal deformity, intra-operative neuro-monitoring, pyramidal system, neurological complications.


Conflict of interest: none.

References

- Komantsev VN, Zabolotnykh VA. Metodicheskie osnovy klinicheskoy elektroneyromiografii [Methodical backgrounds of clinical electroneuromyography]. Spb.: Lan'; 2001. 349 s. [in Rus.]
- Novikov VV, Novikova MV, Tsvetovskiy SB, Lebedeva MN, Mikhailovsky MV, Vasyura AC, Dolotin DN, Udalova IG. [Prophylaxis of neurological complications in surgical correction of rough spinal deformities]. *Khirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2011; (3):66-76. [in Rus.]
- Ryabykh SO, Savin DM, Medvedeva SN, Gubina EB. [Experience of neurogenic spinal deformities treatment]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopaedics]. 2013; (1):87-92. [in Rus.]
- Ryabykh SO. [Application of double derotation maneuver for severe scoliosis correction]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopaedics]. 2013; (4):71-75. [in Rus.]
- Ryabykh SO, Savin DM, Tretiakova AN. [Surgery of the severe combined kyphosis on the background of myelocoele: first national experience]. *Khirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2014; (1):65-70. [in Rus.]
- Ryabykh SO. [Algorithm of the surgical tactics selection in congenital spine deformities on the background of multiples vertebral mal-developments]. *Khirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2014; (2):21-28. [in Rus.]
- Khit' MA, Kolesov SV, Kolbovskiy DA, Morozova NS. [Role of intraoperative neurophysiological monitoring in prevention of post-operative neurological complications in the surgery of scoliotic spine deformity]. *Nervno-myshechnye bolezni* [Neuromuscular disease]. 2014; (2):36-41. [in Rus.]
- Gibson PRJ. Anaesthesia for correction of scoliosis in children. *Anaesth Intensive Care*. 2004; 32:548-559.
- Hsu B, Cree AK, Lagopoulos J, Cummine JL. Transcranial motor-evoked potentials combined with response recording through compound muscle action potential as the sole modality of spinal cord monitoring in spinal deformity surgery. *Spine*. 2008; 33:1100-1106.
- Koruk S, Mizrak A, Kaya B et al. Propofol/dexmedetomidine and propofol/ketamine combinations for anesthesia in pediatric patients undergoing transcatheter atrial septal defect closure: a prospective randomized study. *Clin Ther*. 2010; 32:701-709.
- Pelosi L, Lamb J, Grevitt M et al. Combined monitoring of motor and somatosensory evoked potentials in orthopaedic spinal surgery. *Clin Neurophysiol*. 2002; 113:1082-1091.

 **Cite as:** Skripnikov AA, Saiphutdinov MS, Ryabykh SO, Krivoruchko GA, Shein AP. [Rating of intra-operative neuro-monitoring results in operative correction of the spinal deformities]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (4):37-45. [in Russian]

 Skripnikov Aleksandr A. Ul. M. Ul'yanovoy, 6, Kurgan, Russia, 640014; e-mail: skripnikov2007@mail.ru

 Received: 28.09.2015; Accepted for publication: 20.10.2015

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Skripnikov Aleksandr A. – researcher of the laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics

Saiphutdinov Marat S. – leading researcher of laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics

Ryabykh Sergey O. – head of laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics

Krivoruchko Galina A. – senior researcher of laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics

Shein Aleksandr P. – professor leading researcher of laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics