

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАУЧНЫЙ ЦЕНТР НЕВРОЛОГИИ»**

*На правах рукописи*

**БУРКОВА ЕКАТЕРИНА АЛЕКСАНДРОВНА**

**МЕТОДЫ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ И  
ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ БОЛЬНЫХ С  
ИНТРАМЕДУЛЛЯРНЫМИ ОПУХОЛЯМИ**

14.01.11 – нервные болезни

14.01.18 – нейрохирургия

**ДИССЕРТАЦИЯ**

**на соискание ученой степени кандидата медицинских наук**

**НАУЧНЫЕ РУКОВОДИТЕЛИ:**

**доктор медицинских наук**

**Н.В. Шапаронова**

**доктор медицинских наук**

**А.О. Гуца**

**Москва - 2015**

## Оглавление

<b><i>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ</i></b> .....	<b>4</b>
<b><i>ВВЕДЕНИЕ</i></b> .....	<b>5</b>
Цель исследования.....	7
Задачи исследования .....	7
Научная новизна .....	7
Личный вклад автора .....	8
Практическая значимость.....	8
Основные положения, выносимые на защиту.....	9
<b><i>ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</i></b> .....	<b>10</b>
1.1 Эпидемиология, классификация, тактика лечения ИМО. Актуальность реабилитационной терапии.....	10
1.2 Шкалы оценки функционального статуса пациентов с ИМО .....	14
1.3 Интраоперационный мониторинг при удалении ИМО .....	18
1.4 Ранняя реабилитация функций спинного мозга при операциях по удалению ИМО. ....	28
1.5 Нейрофизиологические методы оценки двигательных и чувствительных функций. ....	37
1.5.1 Транскраниальная магнитная стимуляция .....	37
1.5.2 Соматосенсорные вызванные потенциалы.....	38
1.6 Заключение.....	38
<b><i>ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</i></b> .....	<b>40</b>
2.1 Дизайн исследования.....	40
2.2 Критерии отбора групп, включения и исключения, показания и противопоказания к оперативному лечению .....	40
2.3 Комплексное предоперационное обследование пациентов .....	42
2.3.1 Использование клинических диагностических шкал .....	42
2.3.2 Нейрофизиологическая регистрация ССВП.....	43
2.3.3 Нейрофизиологическая регистрация ТКМС .....	44
2.4 Оперативное лечение и интраоперационный мониторинг.....	44
2.5 Послеоперационные клинические и инструментальные обследования .....	47
2.6 Общая характеристика проводимой реабилитационной терапии .....	48
2.7 Статистический анализ полученных данных.....	50
<b><i>ГЛАВА 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИНИЧЕСКИХ ГРУПП</i></b> .....	<b>51</b>
<b><i>ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</i></b> .....	<b>61</b>
4.1 Оценка эффективности использования ИОМ и комплексной реабилитации по состоянию глубокой чувствительности .....	61

4.2 Послеоперационное восстановление двигательной активности, мышечного тонуса и уменьшение болевого синдрома при использовании ИОМ и реабилитации .....	63
4.3 Улучшение качества жизни пациентов, прооперированных под контролем ИОМ и получавших комплексную реабилитационную терапию .....	70
4.4 Клиническая и диагностическая значимость методов ИОМ .....	76
4.5 Клиническая и прогностическая значимость нейрофизиологического обследования у пациентов в пред- и послеоперационном периоде .....	81
<b>ГЛАВА 5. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ</b> .....	<b>89</b>
<b>ВЫВОДЫ</b> .....	<b>98</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ</b> .....	<b>99</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	<b>100</b>
Приложение 1. Модифицированная шкала McCormick .....	100
Приложение 2. Шкала оценки глубокой чувствительности Fugl-Meyer .....	100
Приложение 3. Шкала оценки нейропатической боли DN4 .....	101
Приложение 4. Шкала адаптации оперированных больных SCIM III .....	102
Приложение 5. Опросник Освестри .....	105
Приложение 6. Шестибалльная шкала оценки мышечной силы (MRS-scale) .....	106
Приложение 7. Шкала оценки мышечной силы ASIA motor score .....	106
Приложение 8. Шкала оценки мышечной спастичности Ashworth .....	107
Приложение 9. Индекс ходьбы Хаузера (Hauser Ambulation Index) .....	107
Приложение 10. Алгоритм проведения интраоперационного мониторинга .....	108
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	<b>109</b>

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АД – артериальное давление

ВМО – вызванный моторный ответ

ВП – вызванные потенциалы

ВПСП – возбуждающий постсинаптический потенциал

ВЦМП – время центрального моторного проведения

ВЦП – время центрального проведения

ИМО – интрамедуллярная опухоль

ИОМ – интраоперационный мониторинг

ЛГ – лечебная гимнастика

ЛФК – лечебная физкультура

МВП – моторные вызванные потенциалы

МРТ – магнитно-резонансная томография

ПСМТ – позвоночно-спинномозговая травма

ССВП – соматосенсорные вызванные потенциалы

ТКМС – транскраниальная магнитная стимуляция

ТМО – твердая мозговая оболочка

ЭС – электростимуляция

МС – шкала MacCormick

MRS Scale – Medical Research Council Paralysis (шкала оценки выраженности пареза)

SCIM – Spinal Cord Independence Measure (шкала адаптации оперированных больных)

## ВВЕДЕНИЕ

Интрамедуллярные опухоли (ИМО) относятся к числу сравнительно редко встречающихся нозологических форм заболеваний человека. Тем не менее, проблема их диагностики, дальнейшего лечения и реабилитации является крайне важной для современной медицины, так как заболевание в большинстве случаев отличается агрессивным течением, часто поражает людей молодого и среднего возраста и приводит к глубокой инвалидизации больного. В большинстве случаев клиническое течение заболевания и характер жалоб не отличаются специфичностью. Высокая вариабельность распространенности процесса, локализации, гистологических и морфологических характеристик, функционального статуса больного определяют уникальность проводимых оперативных вмешательств. Послеоперационный период у данной категории больных имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при назначении методов восстановительной терапии. Постоянный прогресс в методах диагностики, большой интерес среди хирургов к изучению этого вопроса, активный поиск и разработка новых технических средств в оперативном лечении постоянно повышают его эффективность, в то время как разработке новых способов повышения качества жизни и дальнейшей реабилитации этой группы больных уделяется значительно меньше внимания.

После операции каждому больному необходимо проведение курса реабилитации по индивидуальной программе с целью восстановления и компенсации нарушенных функций. Необходимо отметить, что лишь отдельные аспекты восстановительного лечения представлены в литературе. В отечественных и иностранных источниках мы не встретили четкой программы и конкретных сроков проводимой послеоперационной реабилитации. Также отсутствуют публикации, в которых бы проводилась оценка эффективности проводимых мероприятий в ранние и отдаленные сроки. Нет объективных данных о динамике происходящих процессов. Таким образом, мы видим

повышение качества хирургического лечения, с одной стороны, и отсутствие четко разработанной программы по дальнейшему лечению, с другой стороны. Кроме того, часто встречаются случаи, когда пациента прооперировали в нейрохирургическом стационаре, с указанием дальнейших рекомендаций, но в силу отсутствия «преемственности» между нейрохирургическим и реабилитационным отделениями, пациент не выполняет предписанных назначений, что впоследствии приводит к ухудшению его состояния. Вот почему принципиально важно, чтобы для этой группы пациентов реабилитация была неотъемлемой частью лечебного процесса.

В литературе приводятся данные, подтверждающие эффективность реабилитации. В своих исследованиях хирурги Raco A. et al. 2005, Sandalcioglu I. et al. 2005 описывают ранние и поздние исходы оперативного лечения, опираясь на грубые функциональные шкалы, что не дает полного представления о состоянии больного, вследствие чего мы считаем необходимым провести детальный анализ отдельных неврологических функций в определенные сроки после операции [115, 123].

В настоящий момент интраоперационный мониторинг (ИОМ) является обязательным условием для проведения операций по удалению ИМО. В тоже время мы не встретили в отечественной литературе данных об эффективности этого метода, также как и четкого алгоритма по его проведению, вследствие чего нам представляется интересным оценить влияние нейрофизиологического мониторинга на послеоперационный исход как в ранний, так и отдаленный период времени.

### **Цель исследования**

Изучить эффективность применения ИОМ и реабилитации в раннем и позднем послеоперационном периоде у пациентов после удаления интрамедуллярных опухолей.

### **Задачи исследования**

1. Оценить влияние ИОМ на характер послеоперационных неврологических расстройств.
2. Проанализировать показатели информативности ИОМ и его клинико-диагностическую значимость.
3. Изучить влияние проведения реабилитационной терапии в раннем послеоперационном периоде на основные неврологические функции (двигательные, чувствительные нарушения, мышечный тонус), а также болевой синдром, функциональную независимость, качество жизни.
4. Провести сравнительный анализ и оценить отдаленные 6-месячные исходы у больных, при наличии или отсутствии реабилитационной терапии.
5. Оценить нейрофизиологические факторы риска у пациентов с ухудшением неврологического статуса в позднем послеоперационном периоде.

### **Научная новизна**

Впервые на основании ретроспективно-проспективного анализа проведена оценка проводимого ИОМ, выявлена клиническая значимость этого метода.

Изучено влияние проводимых реабилитационных мероприятий на ранний и поздний послеоперационный период у пациентов после удаления ИМО.

Выявлено, что применение комплексной программы реабилитации в раннем послеоперационном периоде не только улучшает мышечную силу,

чувствительность, мышечный тонус, но и влияет на уменьшение латерализации повреждений.

### **Личный вклад автора**

Личный вклад автора заключается в проведении клинических осмотров, выполнении и интерпретации нейрофизиологических исследований, в проведении интраоперационного мониторинга и назначении курсов реабилитационной терапии, а также в оценке и интерпретации полученных результатов.

### **Практическая значимость**

Впервые выявлена клиническая значимость нейрофизиологического интраоперационного мониторинга у пациентов с интрамедуллярными опухолями.

Показана эффективность комплексной реабилитации в раннем послеоперационном периоде у больных ИМО с разной степенью неврологических нарушений.

Высокая чувствительность и высокая отрицательная предсказательная способность МВП ИОМ позволяют рекомендовать его к более широкому внедрению в клинической практике с целью точной оценки глубины пареза и расширения объема реабилитационной терапии. Средняя чувствительность ССВП ИОМ требует дальнейших нейрофизиологических исследований по оптимизации метода, с использованием шкал оценки глубокой чувствительности.

Описаны инструментальные нейрофизиологические критерии риска ухудшения чувствительности и двигательной активности в послеоперационном периоде. Разработана пилотная версия алгоритма расчета и превенции

нейрохирургических рисков в пред- и послеоперационном периоде на клинической модели ИМО.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Комплексное использование ИОМ с ранней реабилитацией, в отличие от изолированного применения ИОМ, приводит к более гладкому течению раннего послеоперационного периода (на 12-14 сутки) за счет повышения качества жизни и достижения функциональной независимости у пациентов с ИМО.

2. Комплексное применение ИОМ с реабилитационной терапией улучшает поздние послеоперационные исходы (через 6 месяцев после оперативного лечения) по состоянию чувствительности, двигательной активности, мышечного тонуса, качества ходьбы и качества жизни у пациентов с ИМО.

3. Получены данные по чувствительности и специфичности нейрофизиологического мониторинга у пациентов с ИМО.

4. Выведены основные нейрофизиологические предикторы клинического ухудшения в послеоперационном периоде у пациентов с ИМО.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Эпидемиология, классификация, тактика лечения ИМО.

#### Актуальность реабилитационной терапии

Интрамедуллярные опухоли (ИМО) спинного мозга у взрослых являются актуальной проблемой современной нейрохирургии и неврологии, их частота достигает 5-10% всех спинальных опухолей. Чаще заболевание отмечается у мужчин [8]. Средний возраст заболевших составляет 30-40 лет. Астроциты, олигодендроциты, нейроны, эпендимальная выстилка – являются источником роста интрамедуллярной опухоли [14, 134]. Самые частые из этих опухолей – глиального происхождения, так астроцитомы и эпендимомы составляют более 90% всех ИМО. Гемангиобластомы встречаются в 3-8% случаев и в 20-30 % случаев ассоциированы с болезнью Von Hippel-Lindau [9, 14, 64], представляющую собой наследственное заболевание и характеризующуюся образованием доброкачественных сосудистых и кистозных опухолей в различных органах, чаще всего в сетчатке глаза, спинном мозге, почках, надпочечниках. Остальные опухоли, включая метастазы карциномы, липомы, олигодендроглиомы, кавернозные гемангиомы и дермоидные кисты встречаются менее чем в 5% случаев [13, 79].

Согласно классификации ВОЗ астроцитомы подразделяются на четыре группы: пилоцитарная (grade I), диффузная или низкой степени злокачественности (grade II), анапластическая (grade III) и глиобластома (grade IV)[140]. По клиническим проявлениям пилоцитарная астроцитомы отличается от других типов и чаще встречается у детей и подростков[109]. В отличие от опухолей головного мозга, среди спинальных глиом преобладают образования низкой степени злокачественности. Эпендимомы по классификации ВОЗ подразделяются на субэпендимому или миксопапиллярную (grade I), эпендимома (grade II) и анапластическая (grade III). Субэпендимомы это медленно растущие и очень редко встречающийся тип опухоли. В литературе

описаны случаи диссеминации миксопапиллярной эпендимомы с цереброспинальной жидкостью при нарушении целостности капсулы во время или до операции[106].

Различают несколько вариантов течения интрамедуллярных опухолей: прогрессирующий, ремиттирующий и инсультообразный [13]. Прогрессирующее течение встречается в большинстве случаев и связано с постепенным ростом опухоли и сдавлением или инфильтрацией мозговой ткани. Ремиттирующее течение чаще всего связано с влиянием на клиническую картину сосудистых расстройств в области перифокальной мозговой ткани и нарушениями кровообращения в самой опухоли, что характерно для богато васкуляризованных опухолей. Инсультообразное течение является следствием субарахноидального кровоизлияния или кровоизлияния в окружающие участки спинного мозга.

В связи с отсутствием специфических симптомов клинического проявления ИМО длительность течения заболевания на момент постановки диагноза, как правило, превышает 1-2 года[50].

Ранее большинство операций при ИМО заканчивались биопсией, частичным удалением опухоли или ограничивались декомпрессионной ламинэктомией. В течение последних нескольких лет хирургическая тактика становится все более активной. Число операций, в ходе которых производится радикальное удаление опухоли для эпендимом в ряде работ составляет 70-90% [13, 41, 59].

Удаление интрамедуллярной опухоли считается сложной и в своем роде эксклюзивной операцией, так как уже доступ к опухоли – миелотомия создает изменения в проводящих путях спинного мозга, а основной этап операции – удаление опухоли воздействует на основные эфферентные пути спинного мозга. Таким образом, чаще всего возникают послеоперационные нарушения глубокой чувствительности, как следствие доступа к опухоли [54, 117].

Нарушения болевой, температурной чувствительности, а также двигательной функции зависят от объема, расположения интрамедуллярного образования и длительности анамнеза [45].

Что касается тактики лечения при диагнозе «интрамедуллярная опухоль» в настоящее время эксперты пришли к единому мнению – необходимо оперативное лечение с целью «тотального» удаления опухоли при сохранении прежнего или улучшении функционального статуса пациента [9, 14, 34, 57, 58, 79, 93, 127, 128, 142].

Работами Кушель Ю.В. 2007 [14], Klekamp J.2013 [78], Brotchi J.1992 [42] было показано, что ИМО целесообразно оперировать только в клиниках экспертного уровня, где эти операции выполняются не менее 20-30 раз в год одним хирургом, так как менее частое проведение подобных вмешательств, осложняет дальнейшее течение заболевания, а технические погрешности в операции могут привести к глубокой инвалидности пациента [100]. По данным Klekamp J. 2013 [78] хирурги, которые провели более 70 операций по удалению ИМО, произвели тотальное удаление в 95 случаев из 107 (88,8%); хирургам с меньшим опытом, которые провели менее 20 операций, удалось осуществить тотальное удаление в 19 случаях из 31 (61,3%).

Одним из основных факторов, определяющих функциональный исход после операции, является предоперационный неврологический статус пациента [13, 14, 30, 58, 67, 85, 123]. По данным разных авторов удаление интрамедуллярных опухолей у пациентов с грубым неврологическим дефицитом не улучшает их качества жизни[70], поэтому считается целесообразным проводить операцию как можно раньше - при минимальном неврологическом дефиците [14, 58, 79, 88]. В литературе нет объективных данных, подтверждающих влияние гендерной принадлежности и возраста на конечный исход, но некоторые авторы [54, 65, 79] указывают, что чем старше пациент, тем больше риск возникновения временного нарастания дефицита.

Возможно, это связано с потерей пластичности спинного мозга и большей чувствительностью к снижению кровоснабжения с увеличением возраста[13].

В зависимости от результата гистологического заключения пациенту составляют план дальнейшего неврологического лечения и реабилитации. При глиомах высокой степени злокачественности пациенту назначают полихимиотерапию. Временный дефицит чаще всего возникает после тотального удаления опухоли, нежели чем при частичной резекции, что часто связано с отеком спинного мозга и изменением кровоснабжения в зоне операции. Большинство пациентов испытывают ухудшение в неврологическом статусе сразу после пробуждения от наркоза - нарастает двигательный и чувствительный дефицит. Чаще всего это временное явление и хирурги всегда предупреждают пациентов об этом накануне операции. На 2-3и сутки после операции, после уменьшения отека, состояние пациентов улучшается. Окончательное восстановление варьирует у разных пациентов и требует интенсивную, профессиональную реабилитацию и активную тренировку. Для большинства пациентов восстановление занимает в среднем до 6 месяцев, но в некоторых случаях и несколько лет. Часто наблюдаются послеоперационные улучшения, но в прогностическом плане наиболее благоприятным является сохранение предоперационного функционального статуса пациента [95].

До настоящего момента в мире отсутствует единая универсальная система оценки результатов операций, что создает разночтения и разногласия в оценке результатов операций между нейрохирургами и неврологами[9]. В зарубежной и отечественной литературе чаще отражены разработки, связанные с внедрением и усовершенствованием микрохирургических методов удаления внутримозговых спинальных опухолей, в то время как послеоперационная динамика неврологических функций остается менее изученным вопросом.

Несмотря на небольшую частоту встречаемости данной патологии в популяции, в связи с особенностями течения заболевания: длительная

бессимптомная стадия, нечеткая симптоматика, несвоевременная диагностика, лечение, включая операцию, в настоящее время является одной из актуальных проблем в реабилитации. Учитывая тот факт, что для интрамедуллярных опухолей характерна доброкачественная гистоструктура (90% -глиомы низкой степени дисплазии), большую продолжительность жизни у пациентов после оперативного лечения на первое место выходит понятие «качества жизни» после проведенного оперативного вмешательства. В связи с чем возникает необходимость изучения патофизиологических процессов, лежащих в основе повреждения спинного мозга с целью усовершенствования дальнейшей тактики ведения данной группы пациентов.

## **1.2 Шкалы оценки функционального статуса пациентов с ИМО**

У пациентов с опухолью спинного мозга присутствует большое количество неврологических симптомов и синдромов (чувствительные нарушения, двигательный дефицит, нарушение баланса, спастичность, атаксия и т.д.). После операции многие из симптомов могут иметь разнонаправленную динамику или оставаться на прежнем уровне [14, 124]. Перечисление симптомов и направление динамики не дает специфической информации о том, насколько пациент независим и как изменилась его ежедневная активность. Поэтому для комплексной оценки результатов операции и проведенной реабилитации необходимо помимо оценки отдельных неврологических симптомов учитывать «функциональный статус» и качество жизни пациента.

### **1.2.1 Оценка функционального статуса по McCormick**

Модифицированная шкала McCormick [63, 81] разработана в клинике экспертами в хирургии интрамедуллярных опухолей [14, 94]. Она наиболее удачно описывает состояние пациентов до и после операции. По данным зарубежной и отечественной литературы, эта шкала используется в большинстве случаев для оценки результатов хирургического лечения (см. Приложение 1). [14]. Epstein F.J. в 1992 году модифицировал оригинальный

вариант шкалы, разделив градацию номер 3 на степень «средний дефицит, ограничение функций, независим от посторонней помощи» и «грубый моторный или сенсорный дефицит, ограничение функций, зависим от посторонней помощи». Такое разделение на наш взгляд делает шкалу более объективной и удобной в использовании.

### **1.2.2 Оценка адаптации оперированных больных по шкале SCIM III и оценка качества жизни по шкале Oswestry**

Для оценки самообслуживания, функциональной независимости и адаптации больного после операции наиболее активно используется шкала SCIM III (spinal cord independence measure) [44]. Эта шкала была разработана Catz и Itzkovich в 2000 году как инструмент для оценки степени независимости пациентов с повреждением спинного мозга [44]. По результатам мультицентрового исследования, результаты оказались воспроизводимы, она доказала большую чувствительность чем Функциональная шкала независимости (FIM) для определения эффективности реабилитации у пациентов с повреждением спинного мозга [71]. Шкала предназначена для определения повседневной жизнедеятельности и кроме оценки функции дыхания, управления сфинктерами и передвижения - включает дополнительно такие функции как одевание, купание, прием пищи, посещение туалета. Согласно первоначальной идее авторов, данные виды жизнедеятельности связаны друг с другом иерархически и отражают стадийность развития навыков у ребенка [137]. В отличие от первоначальной версии шкалы (Индекс повседневной активности Катц), настоящий вариант включает оценку ходьбы на короткие и длинные расстояния, что имеет принципиальное значение для реабилитологов. Итоговый суммарный балл независимого пациента по этой шкале равен 100 (max 100). Отдельно оценивается самообслуживание (max 20), функция дыхания и функция сфинктеров (max 40) и передвижение (max 40).

Шкала имеет удобную в использовании систему подсчета в форме детально описанных характеристик каждого параметра (см. Приложение 4).

Всесторонняя оценка состояния больного невозможна без учета качества жизни пациента. Несмотря на то, что понятие «качество жизни» является весьма индивидуальным определением, и не существует единых норм, по которым можно было бы провести его оценку, большинство исследователей пришли к соглашению, что опросники качества жизни должны включать, по крайней мере, три основных аспекта: физическое здоровье, психическое здоровье и социальные функции, а также собственную оценку пациента своего здоровья и благополучия [31].

Шкала оценки качества жизни Освестри [21] – широко применяется для оценки степени нарушения функций жизнедеятельности, обусловленного патологией позвоночника. В 1983 году в специальном выпуске журнала «Spine» опросник Oswestry Disability Index (ODI) рекомендован для использования при оценке состояния пациентов с болью в спине[118]. Шкала имеет 10 разделов, в каждом из которых перечислены шесть утверждений, описывающих различную выраженность каждого из нарушений. К преимуществам перед другими шкалами можно отнести простую структуру, понятность формулировок утверждений, минимальное время заполнения, наличие четкого инструктажа по подсчету результатов. Вышеописанные характеристики данной шкалы позволяют сопоставлять и сравнивать результаты как хирургического лечения, так и использования реабилитации (см. Приложение 5).

### **1.2.3 Оценка глубокой чувствительности, пареза и болевого синдрома.**

Самой распространенной и наиболее удобной в использовании считается шкала Fugl-Meyer A.R. et al., 1975 [62]. Технически определение глубокой чувствительности происходит при тактильном воздействии исследуемой области в разных направлениях с фиксацией пациентом наличия или отсутствия ощущений. Глубокая чувствительность оценивается отдельно для

разных конечностей – и суммируется. Всегда сравниваются ощущения на паретичной и здоровой стороне.

При использовании этой шкалы чувствительность проверяется отдельно для 8 суставов: плечевого, локтевого, лучезапястного, большого пальца, тазобедренного, коленного, голеностопного и пальцев стопы (Приложение 2).

Одной из наиболее понятных и простых в применении шкал для оценки пареза является Шестибалльная шкала оценки мышечной силы (MRS-scale). Использование этой шкалы позволяет определить соотношение объема движений, мышечной силы и глубины пареза (легкий, умеренный, выраженный, грубый, паралич). Шкала апробирована у больных с посттравматическими, постинсультными парезами и является самой употребляемой в настоящее время (см. Приложение 6). При отсутствии произвольных движений мышц ставится 0 баллов, при полном объеме движений – 5 баллов. Для более детального и подробного анализа эффективности реабилитационных мероприятий необходимо проводить оценку силы в нескольких группах мышц. Поэтому помимо классической 6-балльной шкалы оценки пареза, используется шкала ASIA Motor Score [98]. Проверка силы проводится в 10 контрольных групп мышц, соотнесенных с сегментами спинного мозга. Мышечная сила оценивается от 0 до 5 баллов с 2х сторон и баллы, набранные в каждом сегменте суммируются. Максимальная сумма баллов для 10 сегментов каждой стороны равна 50 (см. Приложение 7).

Проблеме исследования боли посвящено большое количество научных трудов, предлагающих различные методологические подходы. Одной из нерешенных задач остается проблема объективного анализа болевого синдрома. Большинство разработанных шкал, используемых для изучения боли, основываются на субъективной оценке исследуемых. Необходимо учитывать, что болевой синдром может состоять из нескольких компонентов и менять свою характеристику в динамике[17].

С целью выявления, диагностики и последующего анализа нейропатического болевого синдрома Bouhassira D., et al. (2005) предложили опросник DN4, с помощью которого можно определить нейропатическую боль и степень ее выраженности [33] (см Приложение 3). Валидность такой оценки подтверждена соответствующими исследованиями [7]. Сумма баллов 4 и более указывает на то, что боль является нейропатической, или имеется нейропатический компонент боли (при смешанных ноцицептивно-нейропатических болевых синдромах).

#### **1.2.4 Оценка степени изменения мышечного тонуса и ходьбы**

Для более полного описания эффективности проведенных мероприятий часто используется шкала оценки мышечного тонуса Ashworth, где 0 баллов – тонус не изменен, 4 балла – пораженный сегмент конечности фиксирован в положении сгибания или разгибания (см. Приложение 8). Необходимо отметить тот факт, что на функцию ходьбы влияет ряд факторов: мышечная сила, мышечный тонус, глубокая чувствительность в ногах, координация. При оценке ходьбы необходимо, чтобы используемая шкала отражала как мобильность больного, так и его потребность во вспомогательных средствах для передвижения. Важно чтобы тест ходьбы был чувствительным в отношении походки у пациентов с нарушением функции спинного мозга. Индекс ходьбы Хаузера, был разработан для больных рассеянным склерозом, однако широко используется при разных заболеваниях, в том числе при травме спинного мозга [1] (см. Приложение 9). При активности в полном объеме и нормальной походке ставится оценка 0 баллов, если пациент прикован к инвалидной коляске – 9 баллов.

### **1.3 Интраоперационный мониторинг при удалении ИМО**

Обеспечение максимальной безопасности больного во время хирургических вмешательств является одним из самых приоритетных вопросов в современной нейрофизиологии. Развитие интраоперационного мониторинга

(ИОМ) в первую очередь обусловлено настоятельной потребностью хирургов в получении экспресс информации о состоянии проводящих путей спинного мозга с целью определения дальнейшей нейрохирургической тактики [129].

### **1.3.1 История возникновения**

В начале 60-х годов прошлого века в связи с активным развитием спинальной нейрохирургии в отношении сколиотических деформаций позвоночника, возникли предпосылки для создания метода, позволяющего контролировать хирургические манипуляции. Изобретение имплантата Harrington в несколько раз повысило эффективность таких операций, но не привело к снижению рисков развития неврологических осложнений [66]. По данным научно-исследовательского общества по сколиозам в 1974 году из 7800 операций у 87 пациентов развились тяжелые неврологические осложнения, включая полное повреждение спинного мозга (Scoliosis Research Society Annual Meeting, September 1974). Таковы были предпосылки для создания интраоперационного нейрофизиологического мониторинга. Первым хирургом, задавшимся целью разработать метод, позволяющий контролировать ход операции, была нейрохирург Jacquelin Perry. В тоже время Goldring J. из университета Вашингтона изучал эффект анестезии на соматосенсорные кортикальные вызванные потенциалы, которые записывались непосредственно с коры во время операции [75]. Стимулирующий электрод накладывался эпидурально, а записывающий - субарахноидально. При такой установке электродов записываемые ответы были достаточно большими по амплитуде, но аппаратура занимала много места и требовала присутствия нескольких инженеров во время записи. Tamaki T. и Kurokawa H. разработали в 1972 году технологию, с помощью которой можно было получать соматосенсорные вызванные потенциалы при прямой стимуляции спинного мозга, после чего в 1983 году Royal National Orthopaedic Hospital group в Великобритании официально ввели использование этого метода при операциях по коррекции сколиотических деформаций [129, 131]. Что касается оценки двигательной

функции, единственным существовавшим на тот момент способом, был Wake up test, изобретенный Vauzelle С. и Stagnara Р. [135]. Суть этого метода заключалась в снижении глубины медикаментозного сна и восстановлении нервно-мышечной передачи на фоне сохранения эффективной анальгезии, для того чтобы пациент мог выполнять элементарные команды.

Одним из основополагающих трудов, связанных с открытием исследования функции двигательных путей спинного мозга, была работа Merton Р.А. и Morton НВ., появившаяся в 1980 году [99]. В то время стандартная анестезия проводилась закисью азота и галогенами, что существенно подавляло активность нейронов. Эта проблема была решена с разработкой Jellinek D. et al. препаратов для внутривенного введения: фентанила и пропофола. (Astra Zeneca Ltd., Macclesfield, Cheshire, UK) [72]. В течение 80-х годов хирурги напрямую стимулировали кору через специальный хирургический доступ и записывали моторные ответы со спинного мозга [129]. В 1993 году Taniguchi М. показал, что короткая серия из 3-5 электрических импульсов с 2-4 мс. межимпульсовыми интервалами, направленными непосредственно на кору, вызывает мышечный ответ под анестезией [132, 133]. В Японии группа хирургов-ортопедов стимулировала моторную кору при помощи специального игольчатого электрода через просверленное отверстие в решетчатой кости [129]. Levy W.J. et al. (1984) изобрели метод стимуляции моторных путей при накладывании электродов на твердое небо – катода и на череп – анода [87]. Несмотря на то, что этот метод не получил широкого распространения, благодаря ему появились предпосылки об эффектах парной стимуляции.

Развитие и усовершенствование различных методик стимуляции было бы невозможным без соответствующих разработок в области технологий. Изобретение и усовершенствование высоко-вольтажного транскраниального стимулятора компанией Digitimer Ltd (Welwyn Garden City, UK) внесло

значительный вклад в широкое распространение мониторинга двигательных путей в повседневной нейрохирургической практике [130].

### **1.3.2 Соматосенсорные вызванные потенциалы**

Соматосенсорные вызванные потенциалы (ССВП) используются, начиная с 1970-х годов. В то время это был единственный доступный способ мониторинга функций спинного мозга [35, 129]. Аfferентные ответы, регистрируемые с проекции сенсомоторной коры в ответ на электростимуляцию периферических нервов, отражают функцию задних столбов спинного мозга [4]. Кровоснабжение дорсальной части спинного мозга отличается от вентральной, где проходят нисходящие двигательные пути. Таким образом, недостаток кровоснабжения или повреждение вентральной части спинного мозга может вызвать нарушение двигательной функции без значимых изменений ответов ССВП [28, 82]. В интерпретации данных необходимо учитывать следующие факторы. Первое – ишемическое повреждение не всегда имеет четкое разграничение между вентральной и дорсальной частью спинного мозга, и такие сосудистые нарушения отражаются на изменении ответов ССВП. Второе, механическое сдавление спинного мозга снаружи анатомической локализации опухоли при операции влияет как на вентральную, так и дорсальную части спинного мозга и, следовательно, также изменяет амплитуду ответов ССВП. Третье - инсульт в вентральной части спинного мозга может вызвать «спинальный шок» и тем самым временно повлиять на ССВП. Это происходит из-за тесных взаимосвязей нейронов в спинном мозге, которые соединяют разные части спинного мозга [92, 95]. Информация была значимой для хирургов даже в случае регистрации одних ССВП, что приводило к снижению развития параплегии в 2 раза во время оперативной коррекции сколиотических деформаций, что может представлять интерес для интраоперационного ведения пациентов с опухолями спинного мозга. Основным критерий изменения ответа - 50% снижение амплитуды и 10% увеличение латентности [35, 102, 108].

Метод регистрации ССВП обладает хорошей чувствительностью, но плохой специфичностью [74, 75]. Часто возникают ложнонегативные результаты во время мониторования (например, пациент просыпается с двигательным дефицитом, несмотря на сохраненные ССВП)[86]. Кроме того имеются еще 2 значимых недостатка ССВП в отношении удаления ИМО. Во первых, ССВП требуют усреднения, что продлевает время получения ответа, а грозящее повреждение может случиться за короткий промежуток времени, особенно во время удаления опухоли из вентральных столбов. Во вторых, ССВП часто пропадают во время миелотомии (чаще такая потеря – временная) и амплитуда ССВП может восстановиться, когда после удаления опухоли задние столбы более не смещаются латерально. Но даже если амплитуда не восстанавливается после завершения манипуляции, это не обязательно коррелирует с потерей глубокой чувствительности. Поэтому потеря ССВП во время миелотомии не должна использоваться как критерий изменения хирургической тактики [54, 84, 90]. Разные авторы (Kothbauer K.F. et al., 1997; Brotchi J., 2002) пришли к выводу, что сохранение ССВП должно поощрять хирурга на более агрессивное удаление, в то время как потеря ответов во время миелотомии не должна использоваться как критерий для остановки операции [40, 82]. В нескольких проспективных исследованиях показано, что МВП в большей степени, по сравнению с ССВП, соответствуют улучшению качества жизни пациента [96, 113]

### **1.3.3 Моторные вызванные потенциалы и D-волна**

Принцип мониторинга двигательных путей состоит в электрической стимуляции двигательной коры и регистрации ответов либо с мышц (М-ответ), либо с проводящих путей спинного мозга ниже зоны операции (D –волна) [14, 65, 91]. В настоящее время мониторинг двигательных путей при помощи моторных вызванных потенциалов (МВП), возникающих при стимуляции короткой серией импульсов, один из рутинных методов при мониторинге функций спинного мозга, хотя необходимо помнить и о недостатках этого

метода. Один из них - высокая нестабильность амплитуды мышечного ответа от исследования к исследованию, что затрудняет определение критериев различия между ухудшением в проведении до полной потери ответов. Более того, чувствительность этих потенциалов к ишемии спинного мозга довольно высока. В результате ложно позитивные случаи будут встречаться чаще, если проводить оценку только по МВП. Следовательно, при оценке результатов теста должны обращать внимание не столько на количественные показатели, сколько на их качественные изменения, и поэтому при оценке двигательных путей спинного мозга целесообразно применять МВП совместно со спинальной D-волной [52, 53, 91, 102].

D-волна (расшифровывается как *direct wave*), отражает прямую аксональную активацию спинного мозга. Скорость проведения 50 м/с. Амплитуда D-волны пропорциональна числу синхронно проводящих кортикоспинальных аксонов до уровня электродной записи. D-волна отражает функциональную целостность быстропроводящих нейронов кортико-спинального тракта. По данным Morota N. (1997), D-волна является одним из лучших предикторов хорошего функционального исхода, наравне с предоперационным статусом пациента [103]. По данным Cheng J.S. и Ivan M.E. (2014) мониторинг D-волны является менее надежным в верхнем шейном отделе спинного мозга ввиду анатомических особенностей распределения нервных волокон плеча и кисти [48].

Механизм возникновения МВП – временная и пространственная суммация возбуждающего постсинаптического потенциала (ВПСП) на нижнем мотонейроне. Стимул, превышающий или не достигающий порога получения ВПСП на  $\alpha$ -мотонейроне, не вызывает мышечный ответ [90, 110]. Применение моторных вызванных потенциалов имеет несколько неоспоримых преимуществ. Во-первых, МВП не нуждаются в усреднении и могут записываться постоянно при частоте 1-2 Гц. Быстрая обратная связь позволяет

своевременно идентифицировать возможное нарушение проведения в двигательных путях и сообщить об этом хирургу. Во-вторых, в отличие от ССВП, амплитуда МВП не изменяется во время задней продольной миелотомии. И наконец, в большинстве случаев, за исключением синдрома передней спинальной артерии, МВП снижаются резко, что позволяет хирургу принять соответствующие меры. Предупреждающие сигналы включают: 1) значительное падение амплитуды МВП по сравнению с baseline (исходной линией), падения амплитуды более характерно, чем изменение латентности; 2) значительная вариабельность в записи ответов (нормальная амплитуда ответов сменяется отсутствием); 3) падение амплитуды D-волны более 50% от первоначальных показателей. Исчезновению МВП обычно предшествуют изменения амплитуды D-волны, но D-волна может оставаться стабильной или амплитуда незначительно уменьшится, несмотря на полное исчезновение МВП. «Точкой невозврата» считается полное отсутствие МВП, при уменьшении амплитуды D-волны более чем на 50%. Если это произошло, хирургические манипуляции должны быть приостановлены и предприняты корректирующие меры для восстановления МВП. Если восстановление МВП не происходит, операция должна завершиться, т.к. очень высокий риск того, что у пациента разовьется тяжелый двигательный дефицит [101, 122]. Многочисленные попытки оценки морфологии ответов МВП (изменение полифазного ответа на бифазный) не получили широкого распространения в связи с тем, что уменьшилось число «тотально» удаленных опухолей [43, 114, 141].

По данным MacDonald D.B. 2013, Deletis V. 2008, Eager M. 2010 при сохранении моторных вызванных потенциалов (МВП) в конце операции, даже при нарастании неврологической симптоматики сразу после операции, двигательные функции восстанавливаются до дооперационного уровня [54, 56, 90].

### 1.3.4 Корректирующие меры при изменении ответов

Правильное использование этих методов, знание преимуществ и недостатков каждого считается необходимым, так как ни один из этих методов не безупречен и не является абсолютно достоверным. Чтобы проводить эффективный и надежный нейрофизиологический мониторинг, необходимо иметь предоперационный план, который включает в себя: вид хирургического доступа; уровень спинного мозга, подвергающийся риску; дооперационный неврологический статус и ожидаемую сторону повреждения. После оценки этих данных выбирается наиболее оптимальный метод использования вызванных потенциалов. Последовательность стимуляции и сторона записи должна быть выбрана, основываясь на выбранной стратегии [52, 56, 102, 121].

Надежный спинальный мониторинг позволяет хирургам проводить все более и более сложные операции и все более сложные доступы, используя доступные методы мониторингования.

Мониторинг МВП должен проводиться при внутривенной анестезии такими препаратами, как пропофол и фентанил [46, 111, 126, 138]. Другие благоприятные комбинации анестетиков включают кетамин/суфентанил, диазепам/пропофол/фентанил/севофлюран и бензодиазепин/фентанил. Пропофол (в дозировке 100-150 мкг/кг/мин) и фентанил (в дозировке 1 мкг/кг/час) наиболее часто используемые анестетики для записи ИОМ, неоднократно проверенные в ряде клинических исследований [72, 73, 83, 126, 133].

Постоянное применение ИОМ предоставляет важную нейрофизиологическую информацию для оперирующего нейрохирурга и приводит к модификации некоторых хирургических техник, ранее применявшихся до внедрения ИОМ в широкую практику. Постепенно проводится индивидуальный подбор порога допустимого воздействия на структуры спинного мозга. Большинство неблагоприятных исходов во время

операции на спинном мозге происходит из-за ишемических нарушений, продолжительной тракции, ротаций и перегрева от воздействия биполярного коагулятора. ИОМ отражает нейрофизиологические показатели в режиме реального времени, что позволяет точно оценить состояние проводящих путей спинного мозга и определить, возможны ли дальнейшие хирургические манипуляции. С этой точки зрения хирургическая тактика является одним из решающих звеньев, влияющих на исход после операции [54]. По мнению Deletis V. и Sala F. (2008), если при исчезновении МВП временно остановить хирургическое вмешательство, часто происходит спонтанное восстановление потенциалов и становится возможным продолжение резекции опухоли. Если игнорировать факт ухудшения потенциалов и продолжать операцию, то обратимые изменения рискуют перейти в необратимые [54, 84].

Существует несколько других корректирующих мер, доказавших свою эффективность, в ускорении восстановления МВП во время спинальной хирургии [52, 53, 121]. В англоязычной литературе корректирующие методы, описанные ниже, получили аббревиатуру T.I.P. (Time, Irrigation, Pressure/Papaverine). Есть данные нескольких согласующихся, последовательных наблюдений из разных центров, что во время удаления интрамедуллярных опухолей ирригация теплым физиологическим раствором операционного поля улучшает восстановление как ССВП, так и МВП. До конца непонятно, то ли это эффект температуры, то ли эффект орошения, или комбинация этих 2х методов помогает улучшению ответов [54]. Само по себе орошение теплым физиологическим раствором может быть объяснено тем, что во время травматического или ишемического поражения спинного мозга происходит разрыв клеточных мембран, ионы калия накапливаются в межклеточном пространстве, стимулируя процессы апоптоза, тем самым ограничивая проведение по нервному волокну. Орошение хирургического поля изотоническими растворами приводит к ограничению процессов гибели клеток, что в дальнейшем способствует быстрому восстановлению ВП.

Другой механизм поражения спинного мозга во время операции связан с ишемией вследствие гипотензии и вазоспазма, вызванных хирургическими манипуляциями. Определить до какого уровня спинной мозг может выдержать пониженное перфузионное давление невозможно. По данным Sloan T.B. и Neyer E.J.(2002) [126] даже при минимальном падении систолического АД происходит падение амплитуды потенциалов. Т.о. поддерживать цифры АД на уровне несколько выше нормального может привести к улучшению перфузии спинного мозга и, следовательно, ускорить восстановление ВП.

Преимущества уменьшения рисков постоперационного неврологического дефицита проявляются в 2-х аспектах: польза для пациента (улучшение после лечения) и экономическая выгода - для медицинского страхования. Обоснование использования ИОМ должно опираться на количественную оценку уменьшения рисков послеоперационного неврологического дефицита. Поскольку невозможно оценить преимущество нейрофизиологического мониторинга стандартным двойным слепым методом по этическим соображениям, целесообразным представляется метод сравнения с данными за предыдущий период времени. В таких исследованиях неврологический исход группы пациентов, оперированных с использованием нейрофизиологического мониторинга, сравнивается с исходом пациентов, оперированных до введения ИОМ. В идеале мы должны сравнивать пациентов, которые были прооперированы одним хирургом, получившие одинаковое хирургическое лечение с и без применением мониторинга. Подобное исследование было проведено Sala F. et al в 2006 году [122], когда 2 группы пациентов оценивались по шкале McCormick (MC) [95]. В раннем послеоперационном периоде не было разницы между функциональными исходами. Такой результат был получен вследствие феномена «временного пареза», который невозможно дифференцировать от постоянного пареза на основании только неврологического исследования. Тем не менее, функциональный исход был значительно лучше, когда проходило сравнение при контрольных визитах

(период варьировал от 3 до 84 месяцев). Наблюдаемая разница была между группами с ИОМ, а именно в подгруппах пациентов с легким и средним предоперационным неврологическим дефицитом (McCormick I-II). В группе с ИОМ с более тяжелым неврологическим дефицитом (МС III-IV) не было выявлено значимых различий. Основной причиной была сложность в получении МВП, а D-волна отсутствовала или была сильно десинхронизирована в большинстве случаев.

Эффективное и обоснованное проведение мониторинга включает оценку как двигательных, так и чувствительных путей для получения полной информации о функциях спинного мозга. Необходимо учитывать, что такие факторы как опыт нейрофизиолога и его умение интерпретировать данные, а также опыт хирурга в использовании этих данных, действия анестезиолога – весь процесс взаимодействия влияет на конечный исход операции[145]. Чем больше данных у нейрофизиолога, тем более «объемнее» можно получить информацию о проводящих путях. Нейрофизиолог, накапливая опыт интеграции 2-х сторонней оценки, тем самым повышает «чувствительность» мониторинга. Сравнивая группы пациентов с применением ИОМ и без него, представляется целесообразным оценить эффективность проведенных операций и определить предикторы благоприятного исхода в раннем послеоперационном периоде.

#### **1.4 Ранняя реабилитация функций спинного мозга при операциях по удалению ИМО.**

В основе восстановления нарушенных функций центральной нервной системы лежит способность нервной ткани к структурно-функциональной перестройке, наступающей вследствие повреждения. Такая способность к восстановлению в центральной нервной системе названа нейропластичностью [2, 11]. В результате перестройки меняется функция нейронов, происходят определенные их структурные изменения, изменяется химический профиль. В

нейропластических процессах участвуют не только глиальные элементы, нейроны и их отростки, но и сосудистая система, изменяется функциональная активность синапсов и их количество, формируются новые синапсы, изменяется протяженность и конфигурация активных зон [23]. Используя имеющиеся на настоящий момент знания о механизмах нейропластичности, возможно наиболее оптимально разработать подход к восстановлению нарушенной функции [60].

#### **1.4.1 Механизмы и принципы реабилитации**

При повреждении нейронов спинного мозга утраченная функция замещается и восполняется целой функциональной системой с широко взаимодействующими периферическими и центральными образованиями, которые создают единый комплекс с определенными физиологическими свойствами. При поступлении новой контролируемой афферентной информации с периферии, после травмы, возможно постепенное «переучивание нейронов», при этом функции с пораженных нейронов переносятся на сохранные и стимулируют репаративные процессы в поврежденных нейронах [6, 119].

#### **1.4.2 Задачи реабилитации. Показания, противопоказания**

Основной задачей реабилитации является восстановление нарушенной функции. Раннее проведение реабилитации у пациентов после удаления ИМО позволяет добиться значительной компенсации функциональных возможностей, а также препятствует развитию социальной и психологической дезадаптации, возникновению и прогрессированию астено-депрессивных и невротических состояний [107, 147]. По данным зарубежных авторов (Raj V.S, Lofton L. 2013), при ранней госпитальной реабилитации после удаления ИМО достоверно достигается улучшение в функциональном статусе, уровне независимости, повышается качество жизни пациентов на момент выписки из стационара [117].

Реабилитация должна начинаться как можно раньше и продолжаться непрерывно до достижения максимально результата, возможного при данном заболевании [39].

### **1.4.3 Классификация реабилитации по срокам, виду, характеру**

Выделяют несколько этапов медицинской нейрореабилитации: стационарный, амбулаторный и санаторный. На стационарном этапе необходимо осуществить комплексную исходную оценку неврологического и функционального статуса пациента, сформулировать реабилитационный диагноз и определить реабилитационный прогноз, составить определенный индивидуальный план на основании первичной оценки, в процессе реабилитации осуществлять оценку эффективности проводимых мероприятий в динамике и по завершению реабилитационного курса. При выписке – составление рекомендаций по дальнейшим лечебным, социальным мероприятиям. Средняя продолжительность курса реабилитации на стационарном этапе варьирует от двух недель до нескольких месяцев в зависимости от нозологической формы заболевания. Программы реабилитации включают в себя три часа активной терапии каждый день, обычно 5 или 6 дней в неделю[2].

В лечении пациентов со спинальной патологией выделяется несколько базовых принципов реабилитационного процесса на стационарном этапе [18].

1 Взаимодополняющее сочетание медикаментозной и функциональной терапии.

2 Рациональный режим нагрузки при сочетании нескольких видов лечебных мероприятий.

3 Использование комплексного подхода в лечении с учетом патогенетической направленности и механизмов терапевтического воздействия.

4 Дифференцированный подбор средств реабилитации в зависимости от выраженности статодинамических нарушений.

Исходя из периодов послеоперационного течения заболевания и с учетом специфики оперативного вмешательства на позвоночнике, были выделены следующие этапы реабилитационного процесса [18, 32]:

- период строгого постельного режима (2-3 дня после операции);
- период ортостатической тренировки, контроль глубокой чувствительности (3-12 день после операции)
- период тренировки локомоции и совершенствования глубокой чувствительности (13-60 день после операции)
- период совершенствования двигательных навыков (с 3 месяцев до 1 года).

Послеоперационная реабилитация включает предотвращение медицинских осложнений, лечение боли, спастичности, нейрогенного мочевого пузыря и кишечника; улучшение мобильности пациента и восстановление повседневной активности [11, 51]. Для проведения комплексного реабилитационного процесса необходима команда, включающая: реабилитолога, психолога и невролога. Каждый случай оценивается индивидуально всей командой. Вместе с пациентом, обсуждаются цель и задачи реабилитации, объем проводимых процедур, длительность госпитализации, необходимая для достижения этих целей. Преимущество такого командного подхода в том, что пациент активно вовлечен в процесс принятия решения, принимая активное участие в восстановительном лечении. Более того, целая команда обеспечивает целостный подход к реабилитации пациента и может координировать разные аспекты терапии и лечения. Помощь психолога, обеспечение необходимой психологической поддержки, лечение антидепрессантами и анксиолитиками - являются неотъемлемой частью реабилитационного процесса [104].

Несмотря на то, что патофизиологические механизмы повреждения спинного мозга после операции сходны с механизмами повреждения у пациентов после позвоночно-спинномозговой травмы (ПСМТ), имеется ряд важных особенностей, связанных с последствиями хирургического вмешательства, которые необходимо учитывать. Во-первых, как следствие доступа к опухоли, у пациентов формируется рубец, что в первое время вызывает натяжение мягких тканей и ограничение движения; иногда мышечный спазм в области послеоперационной раны. Это необходимо учитывать при составлении плана занятий ЛФК. Во – вторых, у пациентов с объемом резекции более 2-х дужек применяется ламинопластика, что важно иметь ввиду для избежания нагрузки по оси фиксированного сегмента[89]. Также необходимо помнить, что в послеоперационной зоне формируется рубцово-спаечный процесс, что иногда может приводить к образованию спаек между оболочками спинного мозга. Современные программы комплексной реабилитации позволяют улучшить кровоснабжение и восстановить метаболические процессы в поврежденной зоне[47]. Дифференцированный подход к определению метода и продолжительности реабилитации позволяет добиться наилучшего неврологического и функционального эффекта с сохранением биомеханической стабильности позвоночника[27]. Когда первичная цель достигнута, дальнейшая реабилитация может проходить дома или на амбулаторном этапе.

Определены сроки возможной вертикализации пациентов в корсете полужесткого типа при операциях на шейном отделе позвоночника. Из практики известно, что чаще всего у пациентов сразу после операции возникают нарушения проприорецепции ниже зоны операции (пациенты «теряют тапки», ощущают «ватные ноги»). Такие нарушения являются следствием манипуляций на задних продольных пучках в процессе выполнения миелотомии [8, 13, 14, 139]. При отсутствии противопоказаний рекомендуется активизация на вторые-третьи сутки после операции. В это время основной

целью является восстановление поддержания равновесия в положении стоя и при ходьбе. Первые несколько дней пациенты передвигаются с различными видами опоры (ходунки, четырехопорная трость). Уже на 9-10-е сутки после операции, при неосложненном течении послеоперационного периода, возможна более активная реабилитация, направленная на компенсацию измененных функций. Упор делается на восстановление глубокой чувствительности на баланс-платформе при помощи обратной связи [97]. При ранней активизации пациента с использованием баланс-тренинга отмечается отчетливая положительная динамика в восстановлении функций задних столбов спинного мозга [24].

Одной из самых важных функций, определяющих дальнейший исход реабилитации у пациентов в раннем послеоперационном периоде является передвижение. На данный аспект влияет ряд факторов: мышечная слабость, потеря чувствительности (особенно проприорецепции), спастика, атаксия. В зависимости от выраженности симптомов необходимо использовать соответствующую терапию и оборудование.

#### **1.4.4 Методы реабилитации**

К основным методам двигательной реабилитации относятся лечебная гимнастика (ЛГ), массаж, электростимуляция (ЭС), баланстерапия, робототерапия.

ЛГ признана основным звеном в комплексе восстановительного лечения данной категории больных [15]. Основные цели ЛГ заключаются в улучшении кровообращения в зоне проведенной операции, восстановлении движений ослабленных мышц, улучшении тонуса мышц, активации нейрональных структур двигательного центра спинного мозга, кроме того часть упражнений направлена на тренировку баланса, улучшение координации, формирование правильного двигательного стереотипа [11, 136]. Правильная тренировка на силу и выносливость, выполнение ряда двигательных упражнений,

восстановление навыков правильной ходьбы - все эти задачи преследует ЛГ. При показаниях для улучшения ходьбы необходимо использовать ортезы[116]. В том случае, если пациент не может самостоятельно выполнить определенные действия по самообслуживанию, необходимо инструктировать родственников для ассистирования. Увеличение нагрузки должно проводиться постепенно, по мере роста силы мышцы. ЛГ проводят индивидуально, по предварительно разработанному плану.

Массаж является одним из самых распространенных методов реабилитации, обладающим высоко интенсивным механическим, гуморальным, нервным воздействием. Однако вопрос о назначении массажа онкологическим больным до сих пор остается дискуссионным. Некоторые исследователи считают его применение противопоказанием у пациентов с любыми новообразованиями[10]. Другие не рекомендуют применение только у пациентов со злокачественными опухолями [3, 19]. В исследовании Грушиной Т.И. (2001) на большой группе пациентов показан положительный опыт применения массажа у пациентов как с доброкачественными так и с злокачественными образованиями после радикального лечения [5].

ЭС – эффективное средство предупреждения развития атрофического процесса, активации нервно-мышечной системы, повышении силы мышечного сокращения, обменных и трофических процессов в мышцах. ЭС может использоваться для воспроизведения мышечного сокращения с целью увеличения мышечной силы в слабой мышце. При спастических парезах эффективно применение ЭС антагонистов спастичных мышц; при вялых парезах применяют нервно-мышечную ЭС по биполярной методике [2, 11, 29]. Эффект воздействия ЭС связан прежде всего с активизацией больших мотонейронов типа  $\alpha$ , а во-вторых с облегчающими эффектами со стороны кожных афферентов на эти мотонейроны. В отличие от физической тренировки, оказывающей прямое активирующее влияние на сердечно-сосудистую и

дыхательную системы, при электростимуляции эти воздействия минимальны и носят локальный характер [22]. Помимо прямого воздействия на нервно-мышечный аппарат, ЭС способствует улучшению кровоснабжения сокращающихся мышц, что приводит к усилению пластических и обменных процессов [26].

У пациентов с нарушенной функцией задних столбов спинного мозга тренировка баланса на компьютерно-стабилографическом комплексе «Стабилан-01», в который входят жесткая динамическая платформа, компьютер и специальный пакет прикладных программ по индивидуально разработанному протоколу, позволяет улучшить произвольный контроль позы и точную координацию перемещения у пациентов с афферентными парезами. В процессе выполнения заранее запрограммированного тренинга пациент вынужден смещать свой центр давления в различных направлениях. По данным исследований Черниковой Л.А. (2006), включение различных видов баланстерапии в реабилитационную программу, наряду с функцией улучшения равновесия, способствует уменьшению степени пареза в ногах, улучшению проприорецепции, ориентировке в пространстве, а также высших психических функций – внимания, умственной работоспособности, улучшает эмоциональное состояние [24, 25].

Робототерапия предназначена больше для укрепления, чем для использования компенсационных механизмов, хотя имеет ряд преимуществ, когда речь идет о динамике интенсивности тренировки, числе повторов, облегчении тренажером веса. При помощи возможности дозированного снижения тяжести веса пациента в экзоскелетном комплексе «ЛОКОМАТ» возможно более оптимально восстанавливать стереотип ходьбы у пациентов после оперативного вмешательства на спинном мозге [55]. При операциях на шейном уровне много внимания уделяется упражнениям, способствующим тренировке и восстановлению функций рук, особый акцент ставится на

развитие мелкой моторики и основных двигательных навыков – схвата, удержания и доставания предметов. Для восстановления этих навыков помимо стандартных упражнений лечебной физкультуры при возможности необходимо подключать роботизированную механотерапию с биологической обратной связью. Преимущество этого метода заключается в том, что на начальных этапах реабилитации при выраженном парезе рука не может преодолеть силу тяжести. Пациент не может управлять «весом» конечности. В комплексах роботехники для коррекции двигательных нарушений в верхней конечности (ARMEO, AMADEO) рука располагается в максимально комфортных условиях, вес собственной конечности уменьшается за счет функции экзоскелета, в результате пациент может выполнять разнообразные движения во всех плоскостях за счет аппарата без переутомления, тем самым стимулируя образование компенсационных путей выполнения нарушенной функции.

#### **1.4.5 Показания, противопоказания**

Показаниями к проведению реабилитационного курса являются [2]:

- снижение функциональных способностей организма,
- наличие двигательного, чувствительного дефицита,
- снижение трудоспособности,
- особая подверженность воздействиям внешней среды.

Противопоказаниями к активной реабилитации могут являться особенности локального статуса пациента, а именно:

- активные инфекционно-воспалительные процессы,
- наличие ликворной кисты,
- ликворея,
- образование гематомы в зоне операции с компрессией спинного мозга,
- наличие тромбоза глубоких вен нижних конечностей.

## **1.5 Нейрофизиологические методы оценки двигательных и чувствительных функций.**

### **1.5.1 Транскраниальная магнитная стимуляция**

Для оценки двигательной функции самым достоверным методом на сегодняшний день является транскраниальная магнитная стимуляция (ТКМС) [16]. С помощью этого метода можно оценить состояние проводящих двигательных систем головного мозга, кортикоспинальных двигательных путей и проксимальных сегментов нервов, возбудимость соответствующих нервных структур по величине порога магнитного стимула, необходимого для получения сокращения мышц. Метод включает анализ двигательного ответа и определение разницы времени проведения между стимулируемыми участками: от коры до шейных или поясничных корешков [6, 12]. Доказано, что корковая стимуляция с использованием переменного магнитного поля является одной из самых физиологичных методик, так как при стимуляции возбуждаются именно те корковые нейроны, которые первыми активируются при совершении произвольного усилия [4, 16]. Вызванный моторный ответ (ВМО) регистрируется с расслабленной мышцы исследуемого при помощи накожного миографического электрода, таким же образом, как и при процедуре отведения М-ответов при стимуляционной электромиографии. На руках ответы чаще всего регистрируются с *m. abductor pollicis brevis* и *m. abductor digiti minimi*, а с ног с *m.abductor hallucis* и *m. tibialis anterior*. Эти мышцы выбраны потому, что в эксперименте на животных было показано, что именно они имеют самое большое представительство в коре и самую большую иннервацию. При стимуляции кортико-спинального тракта наибольшую амплитуду ВПСР имеет в пуле альфа мотонейронов указанных мышц [80]. ВМО при стимуляции могут отличаться по латентности, форме и амплитуде, на что влияют расположение катушки, индукция магнитного поля, состояние мышц и нервной системы. При выполнении исследования подбирается такое положение катушки, при котором амплитуда ответа имеет максимальную величину. Амплитуда оценивается от

базовой линии или от пика до пика. Латентность – от начала магнитного импульса до возникновения М-ответа[28].

### **1.5.2 Соматосенсорные вызванные потенциалы**

Для оценки проводящих путей глубокой чувствительности, проходящих преимущественно в задних столбах спинного мозга, затем через стволовые отделы мозга и через спиноталамический тракт в кору используются ССВП. В норме у здорового человека можно зарегистрировать четкие ответы при соматосенсорной стимуляции на всем протяжении соматосенсорного пути – от периферических отделов до корковых [4]. При повреждении определенного участка пути выраженность ответа ССВП в значительной степени меняется. Наиболее часто в клинической практике используют ССВП при стимуляции срединного и большеберцового нервов. Оценивают компоненты ССВП, зарегистрированные на скальповом, шейном и периферическом уровнях[4].

Для объективной инструментальной оценки степени нарушения двигательных и чувствительных функций, в том числе латеральных различий, обусловленных локализацией ИМО представляется целесообразным до операции проводить исследование ССВП и ТКМС.

### **1.6 Заключение**

В последнее время в связи со значительным ростом хирургической активности и совершенствованием диагностических методов при интрамедуллярных опухолях спинного мозга, в отечественной и зарубежной литературе часто обсуждаются вопросы, связанные с хирургической тактикой, в то время как особенности послеоперационного ведения таких пациентов остаются без должного внимания. Применение нейрофизиологического мониторинга является обязательным условием проведения таких операций. Нам представляется интересным оценить чувствительность и специфичность ИОМ, а также влияние этого метода на поздние послеоперационные исходы.

Актуальность вопроса восстановительного лечения послеоперационных пациентов связана с тем, что это довольно большая по своей численности группа больных, преимущественно молодого возраста. В доступной литературе содержится информация о послеоперационной реабилитации больных после удаления ИМО [76, 112, 117], о различных ортопедических приспособлениях (ортезы, корсеты), о техническом оснащении и экономических затратах на реабилитацию. Однако мы не обнаружили исследований, в которых бы указывались конкретные сроки реабилитации и эффективность специализированных методов в рамках комплексного реабилитационного подхода.

## **ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1 Дизайн исследования**

Работа проведена на базе нейрохирургического и реабилитационного отделений ФГБНУ НЦН с использованием клинического ретроспективного и проспективного исследования неврологического и функционального статуса пациентов, оперированных по поводу доброкачественных ИМО и получавших последующее курсовое реабилитационное лечение в период с 01.10.2012 по 01.06.2015. Помимо клинической методов, проводились нейрофизиологические исследования для дополнительной оценки функций в динамике. Данное исследование является одноцентровым, нерандомизированным, ретроспективно-проспективным с отдаленным контролем исходов.

Неврологический статус оценивался до операции, непосредственно сразу после пробуждения, на момент выписки из нейрохирургического отделения (2 недели), после прохождения реабилитации (1 месяц после операции) и через 6 месяцев – контрольный визит, который включал в себя снимки МРТ для оценки радикальности удаления опухоли, неврологический осмотр. В последующем контрольные исследования проводились один раз в 6-12 месяцев с целью исключения возможного рецидива.

### **2.2 Критерии отбора групп, включения и исключения, показания и противопоказания к оперативному лечению**

Все пациенты были прооперированы с использованием единого протокола предоперационного обследования, одной командой нейрохирургов. Диагноз «интрамедуллярная опухоль» выставлялся на основании анамнестических данных, неврологического осмотра, результатов МРТ (с контрастным усилением и без). МРТ-исследование включало оценку локализации в сагиттальной и аксиальной плоскости в режимах T1 и T2 с контрастным усилением. При проведении контрастирования использовался препарат «Магневист», который вводили непосредственно перед прохождением

исследования. Микрохирургическое удаление опухоли проводилось в соответствии со стандартными методиками оперативного лечения ИМО [61, 79].

На основании наличия данных ИОМ и прохождения курса реабилитационных мероприятий все 53 пациента были разделены на 3 группы:

- контрольная, набрана ретроспективно, включает больных, прооперированных без использования ИОМ и без последующего курса реабилитации (n=12)
- группа ИОМ, набрана ретроспективно, включает больных прооперированных с использованием нейрофизиологического мониторинга без последующего курса реабилитации (n=14)
- группа ИОМ+реабилитация, проспективная, включает больных, прооперированных с использованием нейрофизиологического мониторинга с последующим курсом реабилитации (n=27).

Разделение, таким образом, было проведено с целью оценки эффективности мониторинга и проводимой ранней реабилитации.

Критерии включения в группы:

- мужчины и женщины в возрасте от 18 до 75 лет,
- наличие у пациента интрамедуллярной опухоли, подтвержденной данными МРТ с контрастным усилением;
- неврологический дефицит легкой, умеренной, тяжелой степени,
- наличие показаний к хирургическому удалению опухоли;
- подписание пациентом информированного согласия.

Критерии исключения:

- наличие противопоказаний к хирургическому удалению опухоли,
- тяжелые соматические заболевания, создающие высокий операционно-анестезиологический риск;
- психические заболевания и состояния, препятствующие пониманию плана лечения,
- противопоказания к выполнению МРТ,
- беременность.

### **2.3 Комплексное предоперационное обследование пациентов**

До проведения оперативного лечения всем пациентам проводился стандартный неврологический осмотр, МРТ с контрастным усилением поврежденного отдела спинного мозга, стандартные лабораторные и инструментальные методы исследования, входящие в план предоперационной подготовки, при необходимости консультации узких специалистов.

Для объективной инструментальной оценки степени нарушения двигательных и чувствительных функций, в том числе латеральных различий, обусловленных локализацией опухоли всем пациентам до операции проводилось исследование ССВП и ТКМС.

#### **2.3.1 Использование клинических диагностических шкал**

Для оценки пареза использовалась шкала ASIA Motor Score (Приложение 7) и 6-бальная шкала MRC-scale (Приложение 6). Оценка глубокой чувствительности проводилась по модифицированной шкале Fugl-Meyer (Приложение 2), где снижение чувствительности отмечалось как 0, а сохранение чувствительности как 1. Динамика изменений болевого синдрома проводилась по шкале DN 4 (Приложение 3).

Для оценки функционального статуса мы использовали модифицированную шкалу McCormick (Приложение 1), шкалу Oswestry 2.1 (Приложение 5)- для оценки качества жизни, шкалу SCIM III (Приложение 4)

для оценки независимости от посторонней помощи, индекс ходьбы Хаузера (Приложение 9) для оценки ходьбы. Для оценки степени изменения мышечного тонуса использовалась шкала Ashworth (Приложение 8). Данные шкалы также использовались после реабилитации и через 6 месяцев после операции.

### **2.3.2 Нейрофизиологическая регистрация ССВП**

Выделение ССВП с верхних конечностей проводилось на системе Нейро-МВП (фирма Нейрософт, Иваново). Использовалась 4-х канальная система записи: I (Erbi – Fz), II (CVII-Fz), III (C4-Fz), IV (C3-Fz).

При регистрации ССВП с рук первый активный электрод устанавливался в точку Эрба, второй электрод - на уровне CVII, третий электрод – контралатерально на 2 см сзади от позиции C3 или C4 по международной системе отведений «10-20». В качестве референтного электрода накладывался скальповый электрод Fz системы «10-20». Сопротивление электродов не превышало 5 кОм.

Условия стимуляции: проводилась электрокожная стимуляция п. medianus с силой тока чуть выше двигательного порога большого пальца руки. Стимулирующие электроды, располагались на запястье (анод дистальнее катода), чувствительность после усреднения 5 мкВ/дел. Длительность стимула 0,2 мс. Полоса частот устанавливалась в диапазоне от 10 Гц до 3 кГц, эпоха анализа – 50 мс, среднее число усреднений – 500-600. Частота стимуляции - 5 Гц. Выделялись компоненты N9 - соответствует активации аксонов плечевого сплетения, N11, N13 – отражают активацию восходящих путей на спинальном уровне и на уровне продолговатого мозга. N20-P23 – потенциал коры.

При записи ССВП с ног для регистрации периферического ответа накладывался электрод на точку L III (над третьим поясничным позвонком), в качестве референта, накладывался электрод на 6 см выше. Кортикальный ответ записывался с точки Cz. В качестве референта накладывался скальповый электрод Fz системы «10-20». Сопротивление электродов не превышало 10 кОм.

Использовалась 2х канальная система записи I (Cz-Fz), II (L III-R). Условия стимуляции: проводилась электрокожная стимуляция *n.tibialis*. Длительность стимула 1 мс. Электрод фиксировался на внутренней части лодыжки (анод дистальнее катода). Заземляющий электрод устанавливался проксимально на голени. Интенсивность стимуляции подбиралась так, чтобы было видно движение большого пальца. Частота стимуляции 3-5 Гц. Эпоха анализа 70-80 мс. Длительность импульса 0,2 мс. Число усреднений -500-600. Выделялись компоненты: P20-N22-отражает активацию спинного уровня и P37-N45 – активация соматосенсорной коры, в проекции соответствующей ноги.

### **2.3.3 Нейрофизиологическая регистрация ТКМС**

Исследование ТКМС проводилось с использованием магнитного стимулятора со стандартным кольцевым койлом «Нейро-МС» и электронейромиографа «Нейро-МВП» (фирма Нейрософт, Иваново). Мышечный ответ записывался с *m. abductor pollicis brevis* и *m. tibialis anterior*. Все исследования проводились с 2х сторон с учетом латерализации опухоли по стандартному протоколу, разработанному Международной федерацией клинических нейрофизиологов [120]. Оценивались латентность, порог возбудимости ВМО, амплитуда ответов и время центрального моторного проведения (ВЦМП) по кортикоспинальному тракту.

Регистрация нейрофизиологических показателей до операции и после проведенной реабилитации проводилась с целью получения объективных данных о механизмах компенсации двигательных и чувствительных путей, с учетом асимметрии повреждения, а также для выявления возможных предикторов послеоперационного исхода.

## **2.4 Оперативное лечение и интраоперационный мониторинг**

Целью операции во всех случаях было тотальное удаление опухоли. Нейрофизиологический контроль использовался в группе ИОМ и группе ИОМ с реабилитацией. Во многих случаях динамика вызванных потенциалов

приводила к модификации хирургической тактики и принятию корректирующих мер. Все пациенты были оперированы задне-срединным доступом, положение пациента на животе с жесткой фиксацией головы в скобе Mayfield при операции на шейном отделе позвоночника, в положении «лежа» при операциях на грудном и поясничном отделе позвоночника. Объем необходимой костной резекции планировался с учетом расположения солидного компонента опухоли по данным МРТ с контрастным усилением. В целях предупреждения развития кифотической деформации шейного отдела позвоночника при резекции более 2х дужек производилась ламинопластика. Все основные этапы резекции опухоли : миелотомия, выделение полюсов, уменьшение размера опухоли, ушивание арахноидальной оболочки сопровождалась записью двигательных и чувствительных потенциалов.

Анестезия проводилась с использованием миорелаксантов средней продолжительности действия при интубации. При необходимости для оценки клиренса седативных препаратов использовался BIS-мониторинг. После прекращения действия миорелаксантов, перед проведением миелотомии анестезия проводилась пропофолом, концентрация севофлурана уменьшалась до менее 2% MAC (mean alveolar concentration). Для достижения одинакового нейрофизиологического интраоперационного обеспечения использовался единый протокол проведения ИОМ [146]. Технический алгоритм протокола отражен в Приложении 10.

Мониторинг проводился на аппарате ISIS IOM (Inomed, Германия) путем последовательной регистрации ССВП и МВП. Показатели ССВП отражали проведение по задним продольным чувствительным столбам, а МВП - сохранность проведения по нисходящим двигательным путям.

Для записи потенциалов использовался стимулятор постоянного напряжения, который генерировал импульсы с продолжительностью 50 мс с интервалом 0.1-9.9 мс. Для записи МВП стимуляция проводилась через

специальные спиралевидные электроды для чрескожной стимуляции «corkscrew», установленные в точках C3-C4 в проекции первичной мозговой коры (по системе 10-20) для верхних конечностей и Cz - для нижних конечностей, записывающие электроды накладывались на мышцы руки – abductor pollicis brevis, на мышцы ноги – m.tibialis anterior, m.abductor hallucis. Для регистрации ССВП проводилась стимуляция n.medianus и n.tibialis anterior, ответ записывался с контралатеральной затылочной коры в точках C3',C4' – для рук и Cz' – для ног. Референтный электрод накладывался на лоб (FPz), заземляющий электрод – на плечо. Первая запись проводилась до вскрытия твердой мозговой оболочки и обозначалась как baseline (исходная линия). При оценке данных ИОМ для оценки функции двигательных путей учитывались качественные показатели – сохранение амплитуды моторного ответа (МВП), для оценки глубокой чувствительности - наличие коркового ответа N20. Согласованные критерии оповещения хирурга включали изменения в морфологии ответа, резкое падение амплитуды МВП более 50%, исчезновение ССВП. Таким образом хирург имел возможность судить о степени воздействия на спинной мозг и скорректировать тактику при необходимости (Рисунок 1, Рисунок 3, Рисунок 2).

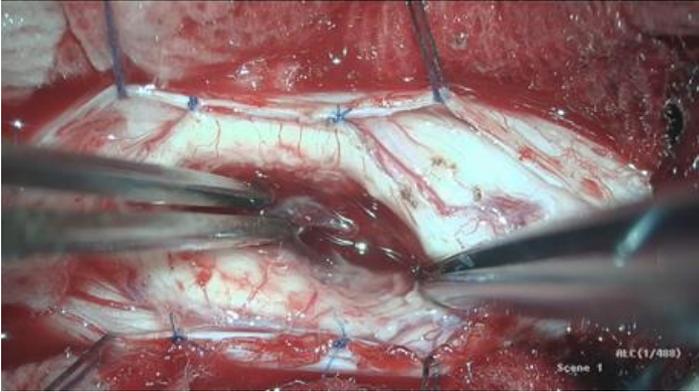


Рисунок 1. Уменьшение размера опухоли

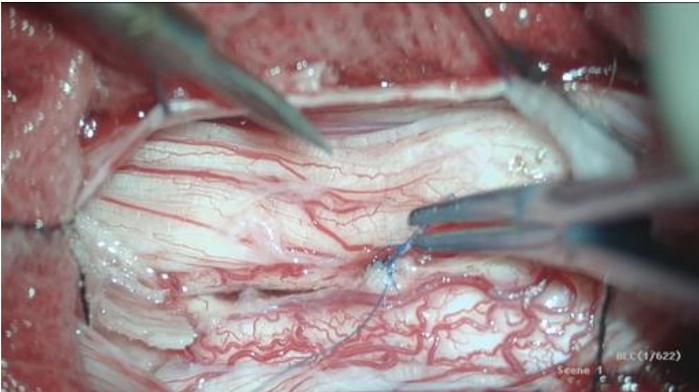


Рисунок 3. Ушивание арахноидальной оболочки

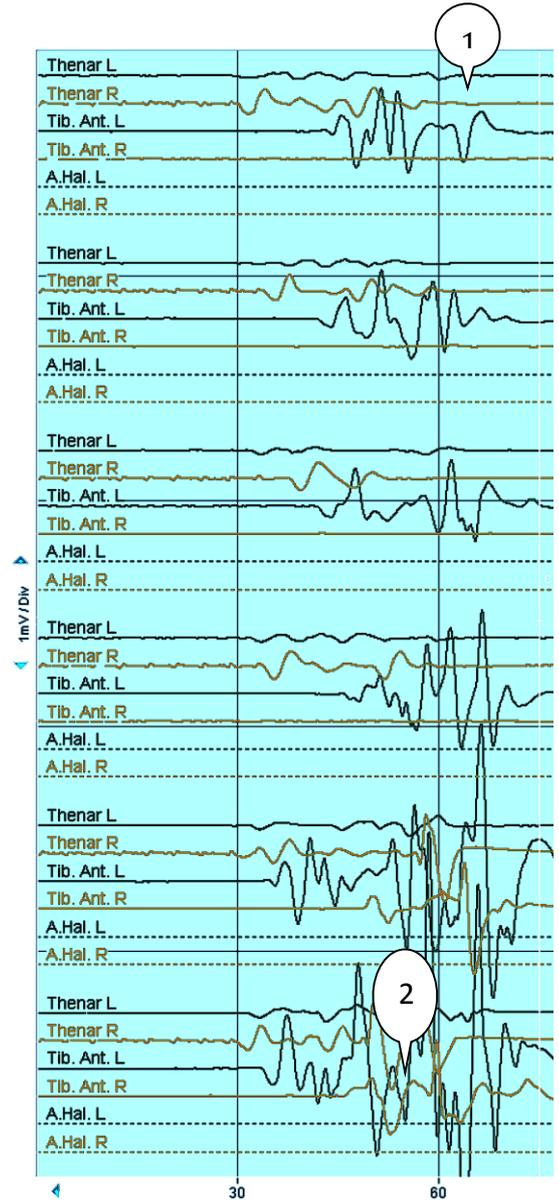


Рисунок 2. Падение МВП более 50% на этапе резекции опухоли (①) и восстановление ответов на этапе ушивания арахноидальной оболочки (②)

## 2.5 Послеоперационные клинические и инструментальные обследования

В первые часы после пробуждения у всех пациентов отмечалось нарастание неврологической симптоматики, как следствие послеоперационного отека. Для купирования последствия операционной травмы (отек, воспаление)

всем пациентам внутривенно капельно через инфузомат в течение первых 24 часов после операции вводился метилпреднизолон в дозе 1000 мг, доказавший свою эффективность при введении в первые часы для купирования спинального шока при позвоночно-спинномозговой травме [36-38, 125].

Для оценки чувствительности и специфичности ИОМ проводилась корреляция между данными мониторинга в конце операции и оценкой чувствительности и пареза через 2 часа после операции. Для оценки эффективности ИОМ сравнивался неврологический статус по парезу и глубокой чувствительности через 2 недели после операции, также проходило сравнение функционального статуса по модифицированной шкале МС и уровень адаптации оперированных больных по шкале SCIM. Положительная динамика после операции считалась в том случае, если при оценке статуса по используемым шкалам, стало лучше или неврологический статус не ухудшился, т.к. в связи с индивидуальными особенностями восстановления в этот срок преждевременно говорить о конечном исходе операции.

## **2.6 Общая характеристика проводимой реабилитационной терапии**

На 12-13 сутки после операции при отсутствии противопоказаний, пациенты основной группы ИОМ с реабилитацией проходили 2х недельный курс лечения в III неврологическом отделении, который включал в себя: ЛГ, массаж, ЭС, баланс-терапию и, при наличии показаний, робототерапию. Занятия проходили 5 дней в неделю. Всего процедур – 10. Задачей этого периода являлось преодоление последствий операционной травмы и максимальное восстановление нарушенных функций.

1. При занятиях ЛГ комплекс упражнений подбирался в соответствии с характером и глубиной пареза мышц. Длительность процедуры 35-40 минут. Упражнения на расслабление применялись в случаях повышенного мышечного тонуса. Различный характер двигательных нарушений после операции обуславливал индивидуальный подход к построению комплекса упражнений.

Соблюдался принцип последовательности: по мере формирования простых двигательных навыков и укрепления мышц, включались упражнения на развитие более сложных навыков и точной координации. Особое внимание уделялось обучению правильному паттерну ходьбы. Помимо основного комплекса, использовались специальные упражнения, способствующие усилению крово- и лимфообращения в области послеоперационной раны, формированию эластичного рубца после операции, повышению подвижности позвоночника и ребер, увеличению подвижности в шейном отделе позвоночника. Кроме того, пациентам назначались хорошо усвоенные упражнения на самостоятельное выполнение в свободное время.

При повышенном мышечном тоне упражнения, направленные на тренировку мышечной силы проводились в изометрическом режиме. Проходила тренировка функции равновесия, устойчивости вертикальной позы, восстановление функции правильной ходьбы.

2. При проведении процедур массажа использовались классические приемы в сочетании с точечным массажем и с приемами проприоцептивного облегчения. Областью воздействия являлись конечности. Продолжительность процедуры - 30 минут. При проведении процедуры учитывалась динамика клинических проявлений течения патологического процесса. По показаниям массаж сочетался с пассивными упражнениями, корригирующими укладками. По окончании курса, пациент приобретал навыки самомассажа.

3. ЭС проводилась на аппарате «Амплипульс» по специальным методикам. При периферических парезах использовались синусоидально-модулированные токи. Электроды накладывали в области проекции электродвигательных точек пораженных мышц. Режим – выпрямленный, частота 10-30 Гц, глубина модуляции – 75%. Сила тока – до получения минимальных сокращений (15-20 мА). При спастических парезах стимулирующие электроды устанавливались на антагонистах спастических мышц. Режим - переменный, глубина модуляции – 75%, сила тока – до

отчетливого физиологического сокращения (15-20 мА). Продолжительность процедуры 10 минут.

4. Для улучшения проприорецепции, пространственной и временной организации движения использовался баланс-тренинг на стабیلлографической платформе Стабилан-01. Для обучения использовались специально разработанные программы, выполняемые методом биологической обратной связи различной степени сложности.

5. Робототерапия использовалась, при необходимости, в дополнение к основным методам. Для верхней конечности коррекция двигательных нарушений проходила при помощи экзоскелетного комплекса «ARMEO» с целью тренировки мышц плеча и предплечья, «AMADEO» - тренировка мелкой моторики кисти. Для нижних конечностей – при помощи комплекса «ЛОКОМАТ».

Оценка проводимой реабилитации проходила между группой ИОМ + реабилитация и группой ИОМ по следующим критериям: оценка пареза, глубокой чувствительности, функционального статуса по модифицированной шкале МС, оценке ходьбы, качества жизни по индексу независимости SCIM через месяц и 6 месяцев после операции. В группе ИОМ с реабилитацией проводилась оценка мышечного тонуса по шкале Ashworth до и после реабилитации.

## **2.7 Статистический анализ полученных данных**

Статистический анализ проводился с использованием пакета программного обеспечения StatSoft Statistica 8.0 с использованием методов описательной статистики, одномерных параметрических и непараметрических методов для связанных и несвязанных групп, методов мультипараметрической статистики. Полученные результаты отображали в форматах Mean  $\pm$  SD, а также Mean  $\pm$  SE  $\pm$  SD, Median [LQ, UQ].

### ГЛАВА 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИНИЧЕСКИХ ГРУПП

Соотношение мужчин и женщин в анализируемых группах было следующим:

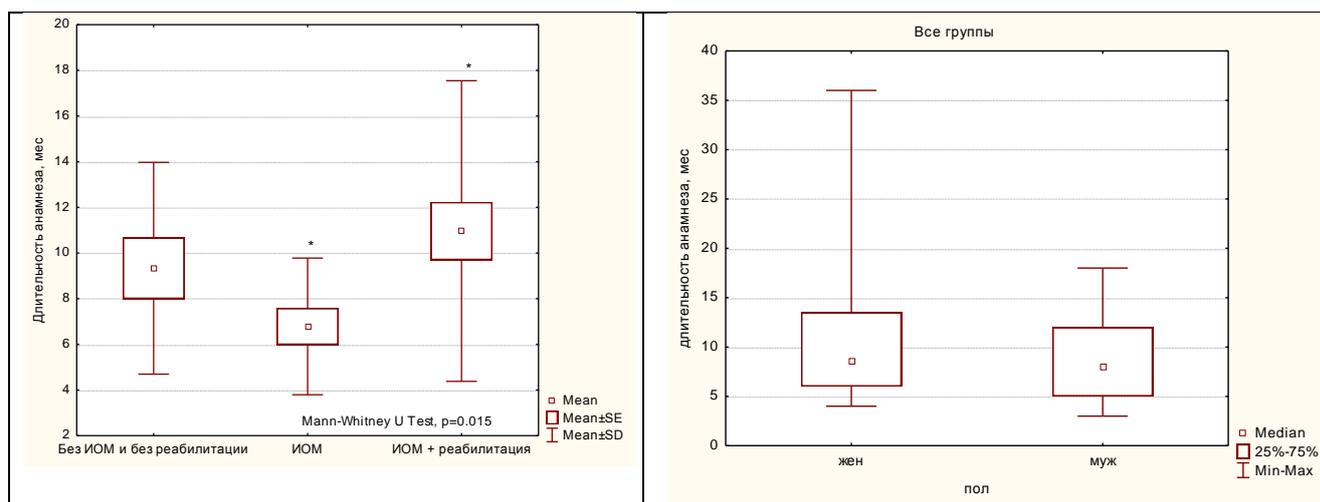
- контрольная группа - без ИОМ и без реабилитации (12 человек, из них 8 мужчин и 4 женщины),
- группа ИОМ (14 человек, из них 7 мужчин и 7 женщин),
- группа ИОМ с реабилитацией - основная (27 человек, из них 14 мужчин и 13 женщин) (Таблица 1)

**Таблица 1. Гендерная характеристика основных клинических групп.**

Возраст	Без ИОМ и без реабилитации		ИОМ		ИОМ + реабилитация	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
<20 лет	0	0	0	0	0	0
20-29	2 (16,7%)	0	1 (7,1%)	0	2 (7,4%)	0
30-39	3 (25%)	1 (8,3%)	3 (25%)	3 (25%)	5 (18,5%)	5 (18,5%)
40-49	3 (25%)	0	2 (14,3%)	2 (14,3%)	7 (26%)	4 (14,8%)
50-59	0	3 (25%)	0	1 (7,1%)	0	1 (3,7%)
более 60	0	0	1 (7,1%)	1 (7,1%)	0	3 (11,1%)
<b>Всего</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>13</b>

Возраст пациентов - от 21 до 67 лет. Возрастная структура пациентов не отличалась в указанных 3 группах и составила по всем группам в среднем  $41.7 \pm 11$  лет.

Срок с момента появления первых признаков заболевания до постановки диагноза составлял по всем группам от 3 до 36 месяцев, в среднем  $9.5 \pm 5.6$  месяцев. Пациенты с наиболее продолжительным анамнезом были представлены в группе ИОМ с реабилитацией, длительность которого составила  $11 \pm 6.6$  месяцев (**Mann-Whitney U Test,  $p=0.015$** ). Отмечалась тенденция к более длительному анамнезу у женщин продолжительностью  $10.5 \pm 7$  месяцев, по сравнению у мужчин  $8.7 \pm 4.2$  месяцев (**Рисунок 4**).



**Рисунок 4. Длительность анамнеза основных клинических групп.**

В настоящем исследовании пациенты всех клинических групп были сопоставимы по полу, возрасту, локализации, латерализации опухоли, функциональному статусу, тяжести клинических проявлений.

Клиническая картина при интрамедуллярных опухолях при оценке неврологического статуса до операции, включала несколько основных симптомокомплексов: болевой синдром, нарушение поверхностной чувствительности, нарушение проприорецепции, двигательные нарушения, нарушение функции тазовых органов.

Болевой синдром присутствовал у пациентов всех групп с примерно одинаковой частотой (Таблица 2).

**Таблица 2. Частотная характеристика болевого синдрома у пациентов основных клинических групп.**

Группа	Болевой синдром		Число пациентов
	Боль до операции отсутствовала	Боль до операции имелаась	
Без ИОМ и без реабилитации	4	8	12
	33.33%	66.67%	
ИОМ	5	9	14
	35.71%	64.29%	
ИОМ + реабилитация	8	19	27
	29.63%	70.37%	

Далее проводилась оценка поверхностной и глубокой чувствительности, а также оценка двигательных расстройств у пациентов в 3х клинических группах до оперативного лечения. Во всех группах из 29 имеющихся случаев пареза до операции, в 21 случае (72%) парез был ассоциирован с нарушением чувствительности и болевым синдромом (Таблица 3). Двигательные расстройства различной степени выраженности имели вид тетрапареза.

**Таблица 3. Соотношение болевого синдрома, чувствительных расстройств и пареза до оперативного лечения.**

Боль	Снижение поверхностной чувствительности	Нарушение глубокой чувствительности	Число случаев без пареза	Число случаев с парезом	Всего
<b>Без ИОМ и без реабилитации</b>					
-	-	-	1	-	1
-	+	-	2	1	3
-	+	+	-	-	-
+	-	-	1	2	3
+	-	+	-	2	2
+	+	-	-	2	2
+	+	+	-	1	1
<b>ИОМ</b>					
-	-	-	-	-	-
-	+	-	4	1	5
-	+	+	-	-	-
+	-	-	-	1	1
+	-	+	-	1	1
+	+	-	2	4	6
+	+	+	-	1	1
<b>ИОМ + реабилитация</b>					
-	-	-	1	-	1
-	+	-	2	1	3
-	+	+	-	4	4
+	-	-	1	2	3
+	-	+	-	-	-
+	+	-	9	1	10
+	+	+	1	5	6
<b>Всего</b>			<b>24</b>	<b>29</b>	<b>53</b>

Двигательные расстройства отсутствовали в каждой группе пациентов в 33-52% случаев. Оставшиеся случаи были представлены, в основном, верхними и нижними монопарезами (Таблица 4).

**Таблица 4. Частотная характеристика двигательных расстройств у пациентов основных клинических групп**

Характеристика групп больных по парезу

Сторона пареза	Без ИОМ и без реабилитации	ИОМ	ИОМ с реабилитацией
Тетрапарез	1	0	2
	<b>8.33%</b>	<b>0%</b>	<b>7.41%</b>
Гемипарез	3	3	2
	<b>25%</b>	<b>21.43%</b>	<b>7.41%</b>
Верхний монопарез	2	3	3
	<b>16.67%</b>	<b>21.43%</b>	<b>11.11%</b>
Нижний монопарез	0	2	2
	<b>0%</b>	<b>14.29%</b>	<b>7.41%</b>
Верхний парапарез	2	0	3
	<b>16.67%</b>	<b>0%</b>	<b>11.11%</b>
Нижний парапарез	0	0	1
	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>3.70%</b>
Отсутствие пареза	4	6	14
	<b>33.33%</b>	<b>42.86%</b>	<b>51.85%</b>
Итого	12	14	27

Нарушения функции тазовых органов выявлялись чаще у пациентов с поражением ниже-грудного уровня и конуса (Pearson Chi-square,  $p=0.021$ ) (Таблица 5).

**Таблица 5. Соотношение уровня спинального поражения и тазовых расстройств у пациентов основных клинических групп.**

Группа	Уровень поражения	Нарушения тазовых функций нет	Нарушение тазовых функций имеется	Всего
Без ИОМ и без реабилитации	шейный	9	2	11
		<b>81.82%</b>	<b>18.18%</b>	25.00%
	грудной	0	1	1
		<b>0.00%</b>	<b>100.00%</b>	14.29%
	конус	0	0	0
				0.00%
ИОМ	шейный	10	1	11
		<b>90.91%</b>	<b>9.09%</b>	25.00%
	грудной	1	2	3
		<b>33.33%</b>	<b>66.67%</b>	42.86%
	конус	0	0	0
				0.00%
ИОМ + реабилитация	шейный	18	4	22
		<b>81.82%</b>	<b>18.18%</b>	50.00%
	грудной	2	1	3
		<b>66.67%</b>	<b>33.33%</b>	42.86%
	конус	0	2	2
		<b>0.00%</b>	<b>100.00%</b>	100.00%
<b>Всего</b>		40	13	53

При описании функционального статуса, согласно модифицированной шкале McCormick, имеющиеся распределения пациентов не отличались в группах контроля и группе ИОМ. Однако в группе ИОМ с реабилитацией имелись достоверные различия между мужчинами и женщинами по тяжести функциональных нарушений (Maximum-Likelihood Chi-square,  $p=0.025$ ) с преобладанием у женщин более тяжелых нарушений 3 функционального класса (Таблица 6).

**Таблица 6. Характеристика функционального статуса пациентов по шкале McCormick до оперативного лечения.**

Группа	Пол	МС=1	МС=2	МС=3	МС=4	Всего
Без ИОМ и без реабилитации	жен	1	2	1	0	4
		25.00%	50.00%	25.00%	0.00%	16.67%
	муж	4	3	1	0	8
		50.00%	37.50%	12.50%	0.00%	27.59%
ИОМ	жен	3	3	1	0	7
		42.86%	42.86%	14.29%	0.00%	29.17%
	муж	2	4	1	0	7
		28.57%	57.14%	14.29%	0.00%	24.14%
ИОМ + реабилитация	жен	3	6	4	0	13
		23.08%	46.15%	30.77%	0.00%	54.17%
	муж	8	5	0	1	14
		57.14%	35.71%	0.00%	7.14%	48.28%
<b>Всего</b>		21	23	8	1	53

При составлении плана операции проводилась оценка характера поперечного поражения спинного мозга, согласно данным МРТ и нейрофизиологического обследования,

Выделялись три формы: преимущественно правостороннее, левостороннее и медиальное расположение опухоли. При асимметричном поражении клинические проявления имели разницу в глубине пареза между правой и левой стороной более 1 балла, а также отчетливые различия сегментарного распределения нарушений поверхностной чувствительности или выраженности расстройств глубокой чувствительности. Симметричный характер поражения в контрольной группе наблюдался в 25% случаев, левосторонний в 41,7%, правосторонний в 33,3% случаев. В группе ИОМ медиальное расположение встречалось в 14,3% случаев, левостороннее в 50%, правостороннее в 35,7% случаев. Аналогичное распределение в группе ИОМ с реабилитацией составляло 40,7%, 29,6% и 29,6% случаев соответственно (Таблица 7).

**Таблица 7. Локализация стороны поражения у пациентов основных клинических групп.**

Локализация	Контрольная группа (N=12)	ИОМ (N=14)	ИОМ + реабилитация (N=27)
Правостороннее поражение	4	5	8
	33,3%	35,7%	29,6%
Левостороннее поражение	5	7	8
	41,7%	50%	29,7%
Симметричное поражение	3	2	11
	25%	14,3%	40,7%

Расположение опухоли в различных сегментах позвоночника до проведения вмешательства не было связано с полом пациента. В основной группе ИОМ с реабилитацией локализация опухоли в шейном отделе прослеживалась в 22 наблюдениях (81% случаев), в грудном – в 3 наблюдениях (11% случаев), в конусе – в 2х наблюдениях (8% случаев) (Таблица 8).

**Таблица 8. Уровень поражения спинного мозга в основных клинических группах.**

Группа	Уровень поражения			Всего пациентов
	шейный	грудной	конус	
Без ИОМ и без реабилитации	11	1	0	12
	91.67%	8.33%	0.00%	
ИОМ	11	3	0	14
	78.57%	21.43%	0.00%	
ИОМ + реабилитация	22	3	2	27
	81.48%	11.11%	7.41%	
Всего пациентов	44	7	2	53

По распространенности опухоли относительно тел позвонков, по данным МР-томографии, объем поражения занимал от 1 до 7 сегментов. Причем отмечалась тенденция к полисегментарному поражению в группе ИОМ с реабилитацией, по сравнению с объемом поражения в остальных клинических группах (Pearson Chi-square,  $p=0.351$ ) (Таблица 9).

**Таблица 9. Количество пораженных спинальных сегментов, по данным МРТ-диагностики.**

Группа	Количество сегментов по МРТ						Всего пациентов
	1	2	3	4	5	7	
Без ИОМ и без реабилитации	5	4	1	2	0	0	12
	41.67%	33.33%	8.33%	16.67%	0.00%	0.00%	
ИОМ	7	5	1	1	0	0	14
	50.00%	35.71%	7.14%	7.14%	0.00%	0.00%	
ИОМ + реабилитация	15	1	4	4	2	1	27
	55.56%	3.70%	14.81%	14.81%	7.41%	3.70%	
<b>Всего пациентов</b>	27	10	6	7	2	1	53

В контрольной группе totally было удалено 9 опухолей, субtotalно – в 3х случаях. В группе ИОМ totalное удаление проводилось в 10 случаях, субtotalное – в 3, частичное удаление – в одном случае. В основной группе – радикальное удаление осуществлено в 25 случаях, субtotalное – 1, биопсия – 1. Биопсия была проведена у пациента с протяженной кистозной интрамедуллярной опухолью на уровне С2, С6, Th3, Th9. Через 6 месяцев после операции, у одного из этих пациентов развился рецидив опухоли, и пациент был повторно прооперирован.

По своей гистологической структуре опухоли были представлены эпендимомы, астроцитомами, кавернозными гемангиомами и распределялись без особенностей по 3 клиническим группам пациентов. Кавернозная гемангиома в основной группе встречалась у 18,52% (n=5) из 27 больных, эпендимома gr I - в 22,22% (n=6) больных, эпендимома gr II была выявлена у 44,44% (n=12) больных, астроцитома I и II типа встречалась в 11,11% (n=3) и 3,7% (n=1) случаев, соответственно (Таблица 10).

**Таблица 10. Патоморфологическая характеристика удаленных опухолей.**

Патоморфология	Клинические группы			Всего опухолей
	Без ИОМ и без реабилитации	ИОМ	ИОМ + реабилитация	
Кавернозная гемангиома	0	2	5	7
	0.00%	14.29%	18.52%	
Эпендимома gr I	4	4	6	14
	33.33%	28.57%	22.22%	
Эпендимома gr II	5	5	12	22
	41.67%	35.71%	44.44%	
Астроцитома gr I	2	1	3	6
	16.67%	7.14%	11.12%	
Астроцитома gr II	1	2	1	4
	8.33%	14.29%	3.70%	
Всего пациентов	12	14	27	53
	100%	100%	100%	

В целом можно отметить, что у мужчин наблюдалась большая встречаемость ИМО, в то время как женщины во всех группах имели более длительный анамнез и более тяжелый функциональный статус. В своей работе мы не проводили анализ ошибок, которые допускаются в диагностике ИМО; согласно данным Киндарова З.Б. (2004) [13] ошибки по установлению диагноза часто связаны с тем, что манифестация клинических симптомов при ИМО сходна с клиническими проявлениями многих заболеваний, а также с отсутствием онконастороженности среди участковых терапевтов и неврологов. Учитывая, что средняя длительность анамнеза в нашей группе пациентов составила  $9,5 \pm 5,6$  месяцев, можно косвенно судить о несвоевременности постановки диагноза.

Средний возраст составил  $41,7 \pm 11$  лет, что согласуется со средне-популяционным возрастом этого заболевания в ранее выполненных исследованиях [9, 14]. В наших группах чаще всего выявлялась левосторонняя локализация опухоли, что соответствовало эпидемиологическим данными других исследователей [8, 14]. Большинство опухолей представлено глиомами, а из глиом основной процент составляли эпендимомы, и, на втором месте,

астроцитомы. Самая частая локализация ИМО во всех 3х группах наблюдалась в шейном отделе позвоночника. При анализе симптомокомплекса до оперативного лечения, болевой синдром возникал в начале заболевания и наблюдался более чем в 60% случаев, далее появлялись чувствительные нарушения и, в последнюю очередь, двигательные нарушения. По нашим данным парез в 72% случаев ассоциировался с болью и нарушением глубокой и поверхностной чувствительности (Таблица 3). Нарушение функции тазовых органов чаще встречались при поражении конуса и нижнегрудного отдела спинного мозга. При шейной локализации ИМО нарушение функции тазовых органов носили единичный характер. Описание симптомокомплекса нашей группы совпадает с описанной динамикой клинической картины ИМО в 1983 г. Stein W.E.[127]. Среди первых признаков заболевания автор отмечает болевой синдром, затем последовательное появление чувствительных, двигательных нарушений, и, на последнем месте, тазовых расстройств. Боль на уровне пораженного сегмента чаще носила корешковый характер, что иногда расценивалось как проявление дегенеративных заболеваний позвоночника.

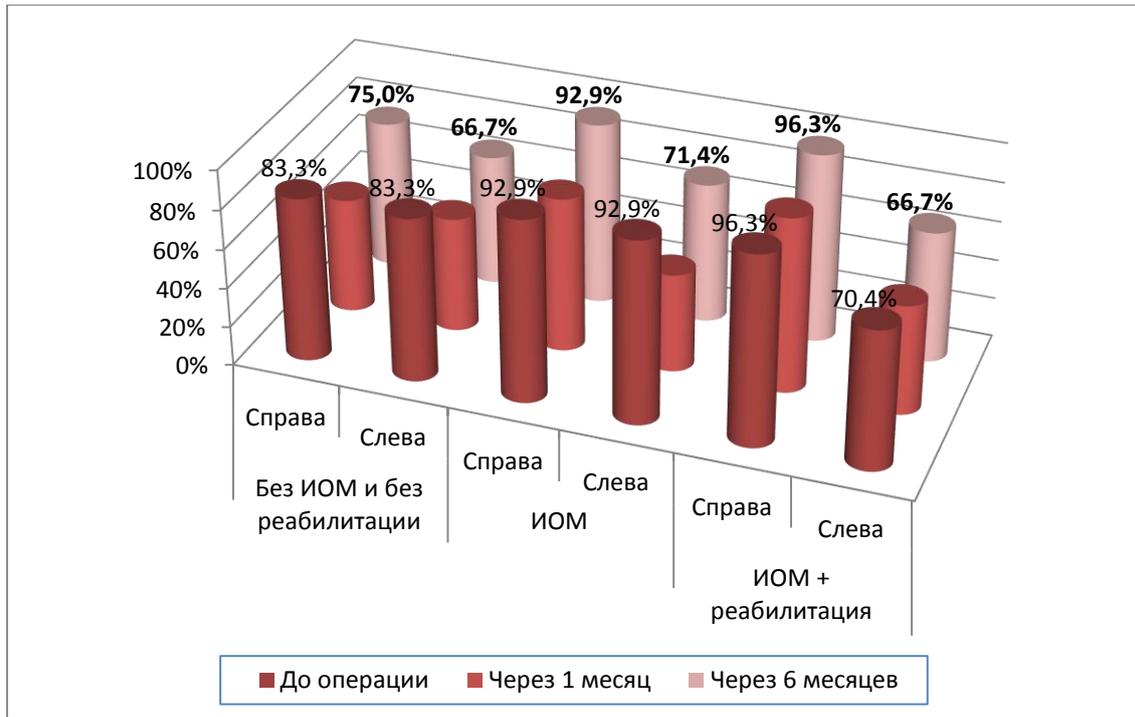
## ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 4.1 Оценка эффективности использования ИОМ и комплексной реабилитации по состоянию глубокой чувствительности

При клинической оценке глубокой чувствительности в динамике оперативного лечения был выявлен достоверно больший процент сохранения глубокой чувствительности сразу после резекции опухоли в группе ИОМ (78,57%; 50%) и в группе ИОМ с реабилитацией (74,07%; 48,15%), по сравнению с контролем (58,33%; 50%). При сравнении групп через 1 месяц после операции в группе ИОМ с реабилитацией наблюдалось последующее восстановление чувствительности (Таблица 11, Рисунок 5), которое достигало предоперационных показателей через 6 месяцев, что свидетельствовало об эффективности проводимого послеоперационного лечения. При отсутствии реабилитационных мероприятий в группе ИОМ наблюдалось менее выраженное улучшение как через 1 месяц, так и через 6 месяцев. В контрольной группе улучшение глубокой чувствительности через 6 месяцев не достигало предоперационного уровня.

**Таблица 11. Динамика глубокой чувствительности в пред- и послеоперационном периоде.**

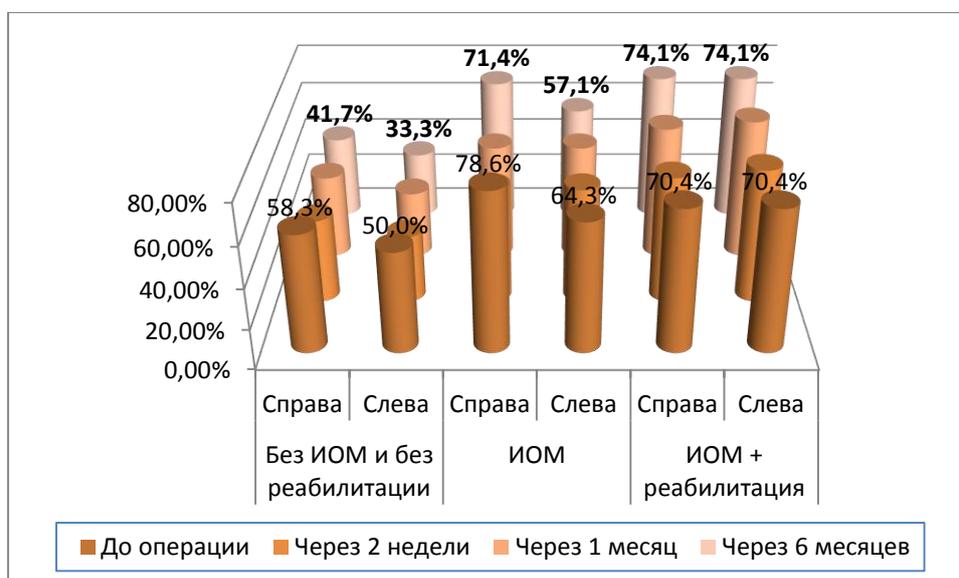
Группа	Глубокая чувствительность	До операции		Сразу после операции		Через 1 месяц		Через 6 месяцев	
		Справа	Слева	Справа	Слева	Справа	Слева	Справа	Слева
Без ИОМ и без реабилитации	Отсутствовала	2	2	5	6	5	5	3	4
		16.67%	16.67%	41.67%	50.00%	41.67%	41.67%	25.00%	33.33%
	Имелась	10	10	7	6	7	7	9	8
		<b>83.33%</b>	<b>83.33%</b>	<b>58.33%</b>	<b>50.00%</b>	<b>58.33%</b>	<b>58.33%</b>	<b>75.00%</b>	<b>66.67%</b>
ИОМ	Отсутствовала	1	1	3	7	3	7	1	4
		7.14%	7.14%	21.43%	50.00%	21.43%	50.00%	7.14%	28.57%
	Имелась	13	13	11	7	11	7	13	10
		<b>92.86%</b>	<b>92.86%</b>	<b>78.57%</b>	<b>50.00%</b>	<b>78.57%</b>	<b>50.00%</b>	<b>92.86%</b>	<b>71.43%</b>
ИОМ + реабилитация	Отсутствовала	1	8	7	14	3	12	1	9
		3.70%	29.63%	25.93%	51.85%	11.11%	44.44%	3.70%	33.33%
	Имелась	26	19	20	13	24	15	26	18
		<b>96.30%</b>	<b>70.37%</b>	<b>74.07%</b>	<b>48.15%</b>	<b>88.89%</b>	<b>55.56%</b>	<b>96.30%</b>	<b>66.67%</b>



**Рисунок 5. Доля пациентов с сохраненной глубокой чувствительностью через 6 месяцев после оперативного лечения.**

## 4.2 Послеоперационное восстановление двигательной активности, мышечного тонуса и уменьшение болевого синдрома при использовании ИОМ и реабилитации

Оценка мышечной силы проводилась с использованием 6-бальной шкалы MRS Scale во всех клинических группах по всем конечностям. Наиболее достоверным в послеоперационном периоде являлось восстановление силы в верхних конечностях, что было связано с большей частотой встречаемости их поражения в анализируемых группах (Таблица 12, Рисунок 6).



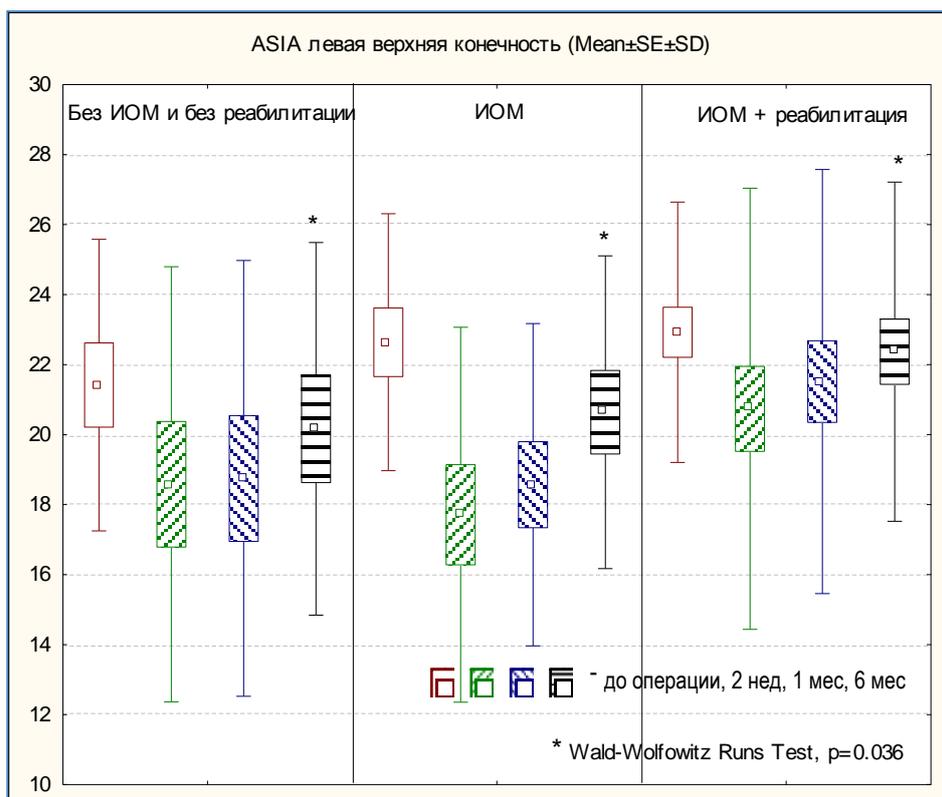
**Рисунок 6.** Доля пациентов с максимальной мышечной силой (с 5 баллами по MRS Scale) через 6 месяцев после оперативного лечения.

**Таблица 12.** Динамика мышечной силы в верхних конечностях в пред- и послеоперационном периоде, по данным MRS Scale.

Динамика случаев с 5 баллами по MRS Scale	Верхние конечности	До операции	Через 2 недели	Через 1 месяц	Через 6 месяцев
Без ИОМ и без реабилитации	Справа	58.33%	41.67%	41.67%	41.67%
	Слева	50.00%	33.33%	33.33%	33.33%
ИОМ	Справа	78.57%	57.14%	57.14%	71.43%
	Слева	64.29%	57.14%	57.14%	57.14%
ИОМ + реабилитация	Справа	70.37%	62.96%	66.67%	74.07%
	Слева	70.37%	66.67%	70.37%	74.07%

При анализе пареза верхних конечностей по MRS Scale, динамика двигательной активности отмечалась по четырем временным интервалам (до операции, 2 недели, 1 месяц, 6 месяцев) в формате Median[LQ;UQ] в основной группе для правой верхней конечности 5[4;5], 5[3;5], 5[4;5], 5[4,5] и для левой верхней конечности 5[4;5], 5[3;5], 5[3;5], 5[4,5] соответственно. В контрольной группе аналогичная динамика для правой верхней конечности составляла 5[4;5], 4[3;5], 4[3.5;5], 4[4;5] и для левой верхней конечности соответственно 4.5[4;5], 4[3;5], 4[3;5], 4[4;5] соответственно. В группе пациентов, прооперированных под контролем нейрофизиологического мониторинга и получавших комплексную реабилитационную терапию, наблюдалась большая доля случаев увеличения мышечной силы через 2 недели и 1 месяц после операции, а также более полное восстановление двигательной функции через 6 месяцев при контрольном осмотре, по сравнению с группой ИОМ, и, в значительно большей степени, при сравнении с контрольной группой (74% пациентов с 5 баллами по MRS-Scale в основной группе при контрольном 6-месячном осмотре против 33-42% таковых в контрольной группе) (Pearson Chi-square,  $p=0.3$ ; Kruskal-Wallis test,  $p>0.1$ ) (Таблица 12).

Аналогичные закономерности восстановления парезов в динамике проводимой терапии прослеживались при использовании 25-бальной шкалы ASIA motor score. Причем достоверные отличия по двигательной активности через 6 месяцев после операции отмечались для левой верхней конечности (Wald-Wolfowitz Runs Test,  $p=0.036$ ), для правой верхней конечности улучшение носило характер тенденции (Таблица 13, Рисунок 7). Для нижних конечностей достоверных изменений не было выявлено в виду небольшого числа пациентов (Таблица 14).



**Рисунок 7. Динамика мышечной силы в левой верхней конечности через 6 месяцев после оперативного лечения, по данным шкалы ASIA.**

**Таблица 13. Динамика мышечной силы в верхних конечностях в пред- и послеоперационном периоде, по данным шкалы ASIA.**

ASIA	Верхние конечности	До операции	Через 2 недели	Через 1 месяц	Через 6 месяцев
Без ИОМ и без реабилитации	Справа	22.8±2.9	20.7±4.1	21±3.8	21.6±3.6
	Слева	21.4±4.2	18.6±6.2	18.8±6.2	20.2±5.3 *
ИОМ	Справа	24.2±1.6	23.4±2.7	23.3±3.1	23.6±3
	Слева	22.6±3.7	17.7±5.4	18.6±4.6	20.6±4.5 *
ИОМ + реабилитация	Справа	22.5±5.1	20.6±6.9	21.7±6	22.3±5.8
	Слева	22.9±3.7	20.7±6.3	21.5±6.1	22.4±4.8 *

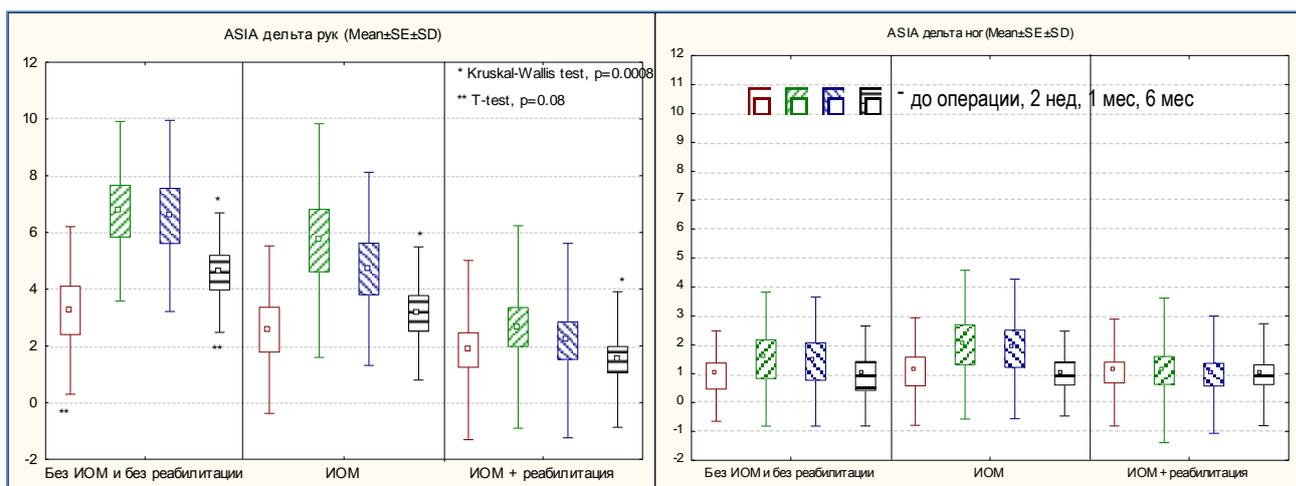
\* Wald-Wolfowitz Runs Test, p=0.036

**Таблица 14. Динамика мышечной силы в нижних конечностях в пред- и послеоперационном периоде, по данным шкалы ASIA.**

ASIA	Нижние конечности	До операции	Через 2 недели	Через 1 месяц	Через 6 месяцев
Без ИОМ и без реабилитации	Справа	24.9±0.3	24.5±1.7	24.5±1.7	24.5±1.7
	Слева	24±1.7	23±2.6	23.1±2.5	23.6±2.2
ИОМ	Справа	25±0	24.6±1.3	24.7±1.1	24.8±0.8
	Слева	23.9±1.9	22.6±3.2	22.9±2.9	23.8±1.7
ИОМ + реабилитация	Справа	23.6±3	22.8±4	23.1±3.6	23.3±3.2
	Слева	24±2.3	23.1±3.7	23.7±3	23.8±2.9

Для оценки симметричности пареза по шкале ASIA motor score и динамики восстановления указанной симметричности в послеоперационном периоде нами проводилось по отдельности изучение абсолютной разницы баллов рук и ног (латерализация пареза). В группах ИОМ и ИОМ с реабилитацией при оценке латерализации парезов рук наблюдалось её достоверное увеличение через 2 недели и 1 месяц после операции, а также снижение до уровня предоперационного состояния через 6 месяцев. В контрольной группе через 6 месяцев наблюдалась тенденция к внутригрупповому нарастанию латерализации пареза (T-test,  $p=0.08$ ). При одновременном параллельном межгрупповом сравнении между собой латерализации через 6 месяцев после операции наблюдался достоверный ступенчатый эффект – последовательное снижение латерализации в контрольной группе, далее при ИОМ и максимально в группе ИОМ с реабилитацией (Kruskal-Wallis test,  $p=0.0008$ ) (Рисунок 8).

Аналогичные изменения для ног носили характер тенденции ввиду небольшого числа клинических случаев с поражением нижних отделов позвоночника (Рисунок 8).

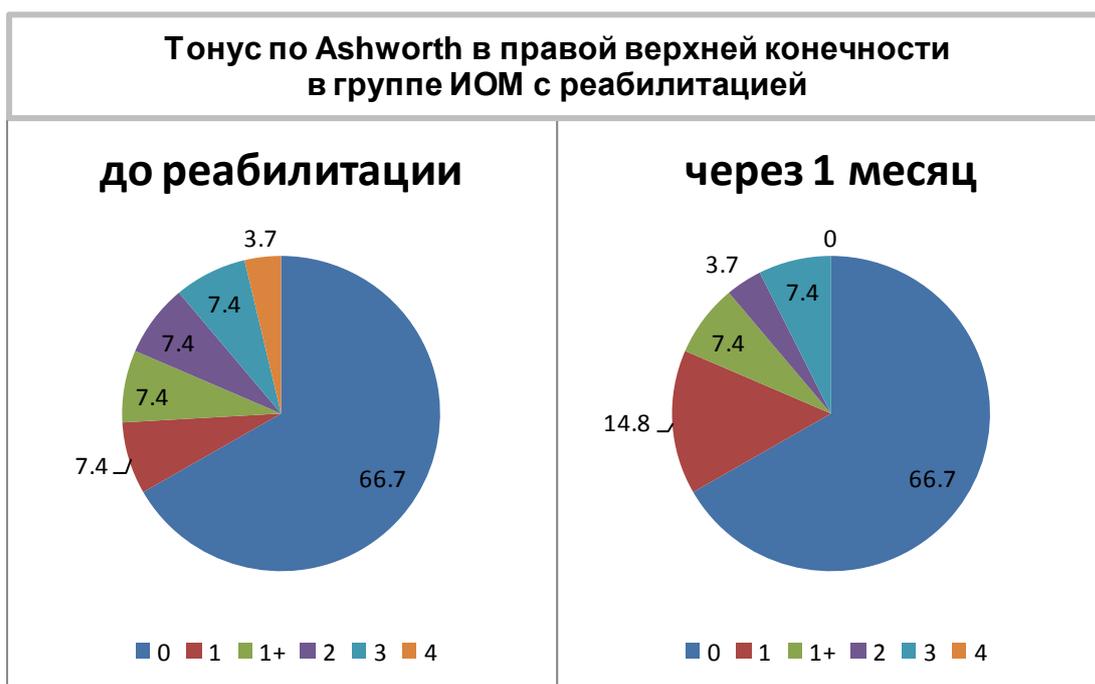


**Рисунок 8. Динамика симметричности пареза (латерализации) в пред- и послеоперационном периоде, по данным шкалы ASIA.**

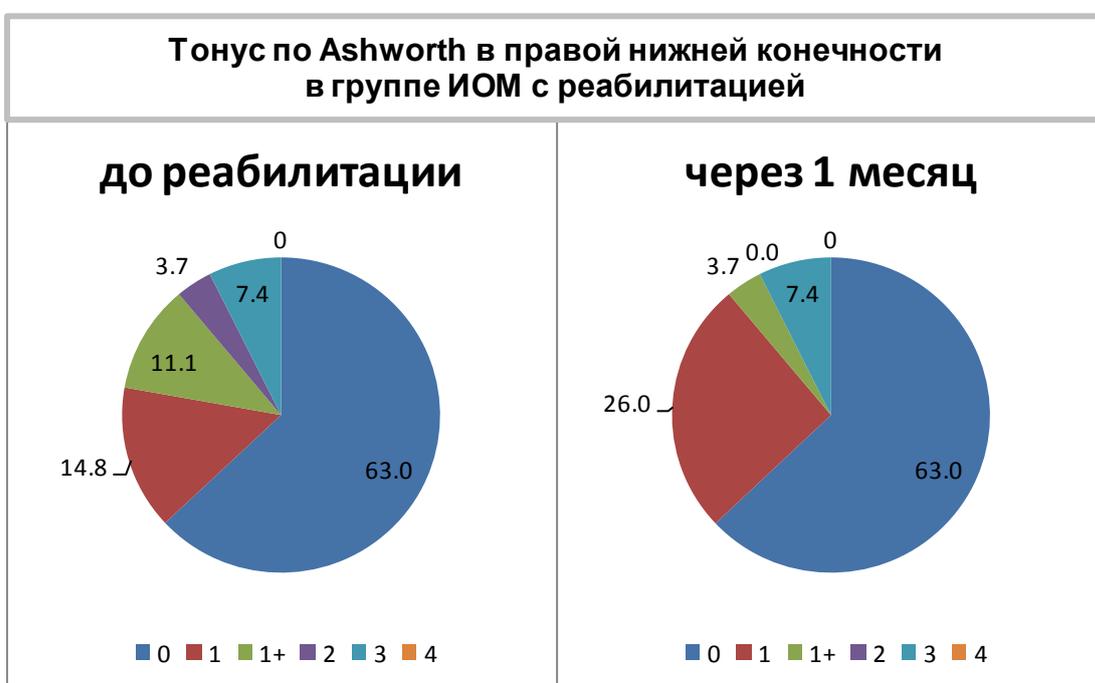
При оценке мышечного тонуса в конечностях по шкале Ashworth через 2 недели после операции и через 1 месяц, в группах ИОМ и ИОМ с реабилитацией, было выявлено достоверное снижение патологического тонуса в основной группе в правой верхней конечности (T-test,  $p=0.02$ ), причем наиболее выраженный эффект наблюдался у пациентов при легком и незначительном повышении (в границах от 1 до 1+ баллов). Аналогичное улучшение в правой нижней конечности носило характер тенденции (Таблица 15, Рисунок 9, Рисунок 10).

**Таблица 15. Динамика мышечного тонуса в конечностях, по данным шкалы Ashworth.**

Тонус по Ashworth	Баллы	Правая верхняя конечность		Левая верхняя конечность		Правая нижняя конечность		Левая нижняя конечность	
		2 недели / до реабилитации	1 месяц	2 недели / до реабилитации	1 месяц	2 недели / до реабилитации	1 месяц	2 недели / до реабилитации	1 месяц
ИОМ	0	12 (85,7%)	12 (85,7%)	11 (78,6%)	11 (78,6%)	12 (85,7%)	12 (85,7%)	10 (71,4%)	10 (71,4%)
	1	0	0	0	0	0	1 (7,14%)	1 (7,14%)	3 (21,4%)
	1+	2 (14,3%)	2 (14,3%)	3 (21,4%)	3 (21,4%)	2 (14,3%)	1 (7,14%)	1 (7,14%)	0
	2	0	0	0	0	0	0	2 (14,3%)	1 (7,14%)
	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0
ИОМ + реабилитация	0	18 (66,7%) *	18 (66,7%) *	20 (74,1%)	20 (74%)	17 (63%) **	17 (63%) **	18 (66,7%)	18 (66,7%)
	1	2 (7,4%)	4 (14,8%)	3 (11,1%)	3 (11,1%)	4 (14,8%)	7 (26%)	3 (11,1%)	4 (14,8%)
	1+	2 (7,4%)	2 (7,4%)	1 (3,7%)	1 (3,7%)	3 (11,1%)	1 (3,7%)	2 (7,4%)	2 (7,4%)
	2	2 (7,4%)	1 (3,7%)	0	2 (7,4%)	1 (3,7%)	0	3 (11,1%)	1 (3,7%)
	3	2 (7,4%)	2 (7,4%)	2 (7,4%)	1 (3,7%)	2 (7,4%)	2 (7,4%)	1 (3,7%)	2 (7,4%)
	4	1 (3,7%)	0	1 (3,7%)	0	0	0	0	0



**Рисунок 9. Динамика мышечного тонуса в правой верхней конечности до и после реабилитации в группе ИОМ с реабилитацией, по данным шкалы Ashworth.**



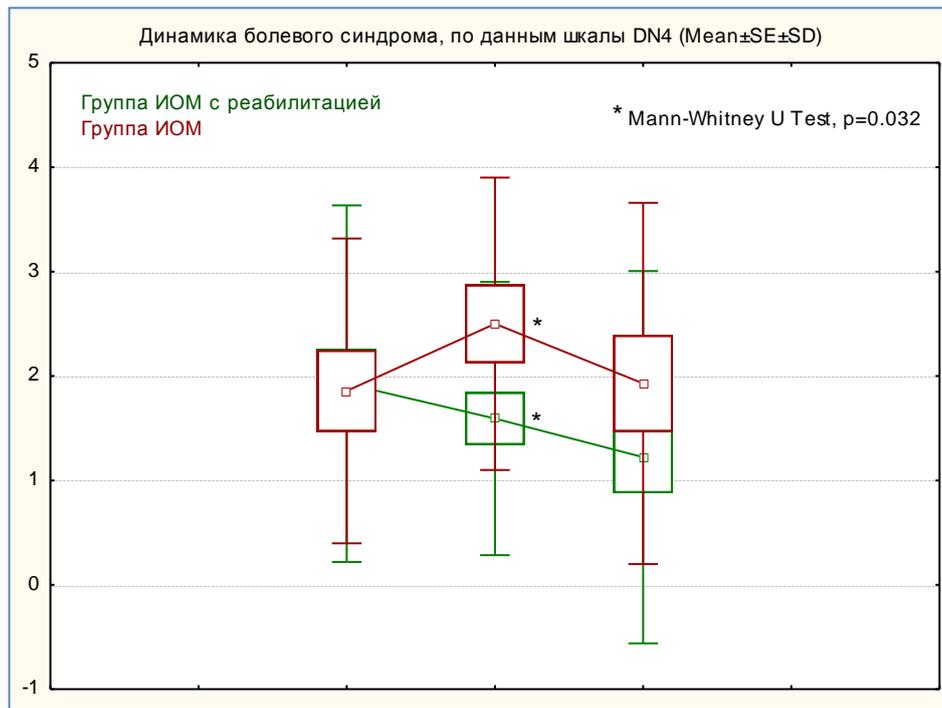
**Рисунок 10. Динамика мышечного тонуса в правой нижней конечности до и после реабилитации в группе ИОМ с реабилитацией, по данным шкалы Ashworth.**

Оценка болевого синдрома проводилась при использовании шкалы DN4 и ранжировании болевого синдрома на обычную боль (0-3 балла) и нейропатическую (4-10 баллов) (Таблица 16). При частотном анализе группы ИОМ и ИОМ с реабилитацией достоверных отличий в распределении пациентов не наблюдалось, как внутри групп, так и при межгрупповом сравнении (Fisher exact p, one-tailed,  $p < 0.05$ ).

Однако при непараметрическом анализе болевого синдрома в 2 группах пациентов наблюдалась тенденция к его снижению в группе ИОМ с реабилитацией, а также достоверные межгрупповые отличия через 1 месяц после операции (после реабилитации) (Рисунок 11).

**Таблица 16. Динамика болевого синдрома у пациентов с ИМО, по данным шкалы DN4.**

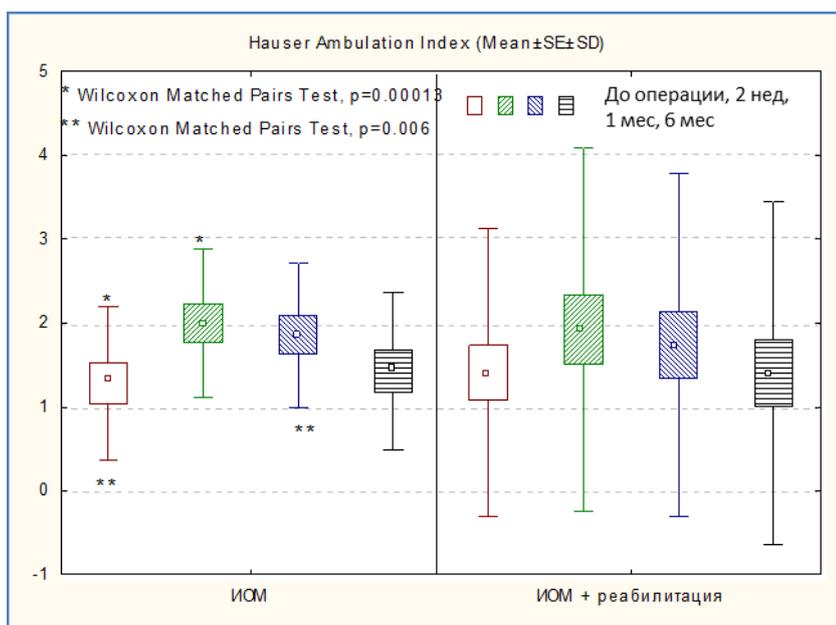
DN4	Ранги баллов	До операции	Через 1 месяц	Через 6 месяцев
ИОМ	0	5 (36%)	1 (7,2%)	3 (21,4%)
	1-3	9 (64%)	10 (71,4%)	8 (57,2%)
	4-5		3 (21,4%)	3 (21,4%)
	≥6			
ИОМ + реабилитация	0	9 (33,3%)	6 (22,2%)	13 (48%)
	1-3	15 (55,5%)	18 (66,7%)	10 (37%)
	4-5	2 (7,5%)	3 (11,1%)	2 (7,5%)
	≥6	1 (3,7%)		2 (7,5%)



**Рисунок 11. Динамика болевого синдрома, по данным шкалы DN4**

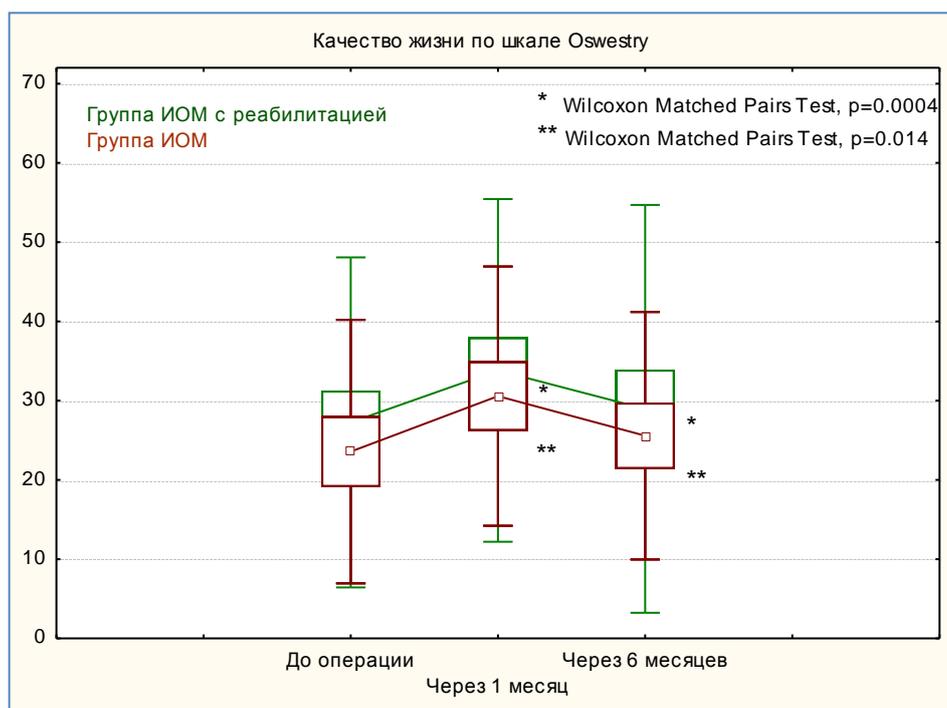
#### **4.3 Улучшение качества жизни пациентов, прооперированных под контролем ИОМ и получавших комплексную реабилитационную терапию**

При оценке индекса ходьбы Hauser в группе ИОМ и в группе ИОМ с реабилитацией наблюдалось достоверное преходящее снижение двигательной активности через 2 недели (Wilcoxon Matched Pairs Test,  $p=0.00013$ ) и через 1 месяц (Wilcoxon Matched Pairs Test,  $p=0.006$ ) после оперативного лечения, с восстановлением качества ходьбы до предоперационного уровня через 6 месяцев. В группе ИОМ с реабилитацией отмечалось более гладкое течение с менее выраженным изменением качества ходьбы (Рисунок 12).



**Рисунок 12. Динамика индекса ходьбы Hauser в пред- и послеоперационном периоде.**

Оценка качества жизни по шкале Oswestry Disability Index проводилась внутри групп ИОМ и ИОМ с реабилитацией на протяжении временных интервалов до операции, через 1 месяц и 6 месяцев после оперативного лечения (Рисунок 13). В группе ИОМ наблюдалось достоверное ухудшение качества жизни при контрольном осмотре через 1 месяц, а также восстановление показателей к дооперационному уровню через 6 месяцев (Wilcoxon Matched Pairs Test, p=0.014). Аналогичные отличия для временных интервалов через 1 месяц и 6 месяцев (Рисунок 13) наблюдались в группе ИОМ с реабилитацией (Wilcoxon Matched Pairs Test, p=0.00044).



**Рисунок 13. Динамика качества жизни в пред- и послеоперационном периоде, согласно Oswestry Disability Index.**

Для уточнения характера динамики качества жизни проводился частотный анализ клинических групп, с их ранжированием на подгруппы по баллам 0-29, 30-59, 60-100. Согласно полученным данным, в группе ИОМ с реабилитацией наблюдалось снижение доли пациентов в подгруппе 30-59 баллов с 14,8% в предоперационном периоде до 11,1% через 6 месяцев после оперативного лечения. В группе ИОМ аналогичная динамика была менее выраженной, что связано с меньшим числом пациентов. Исходы пациентов в подгруппе 0-29 баллов (с максимальным качеством жизни) через 6 месяцев достоверно не отличалась среди 2 клинических групп (Таблица 17).

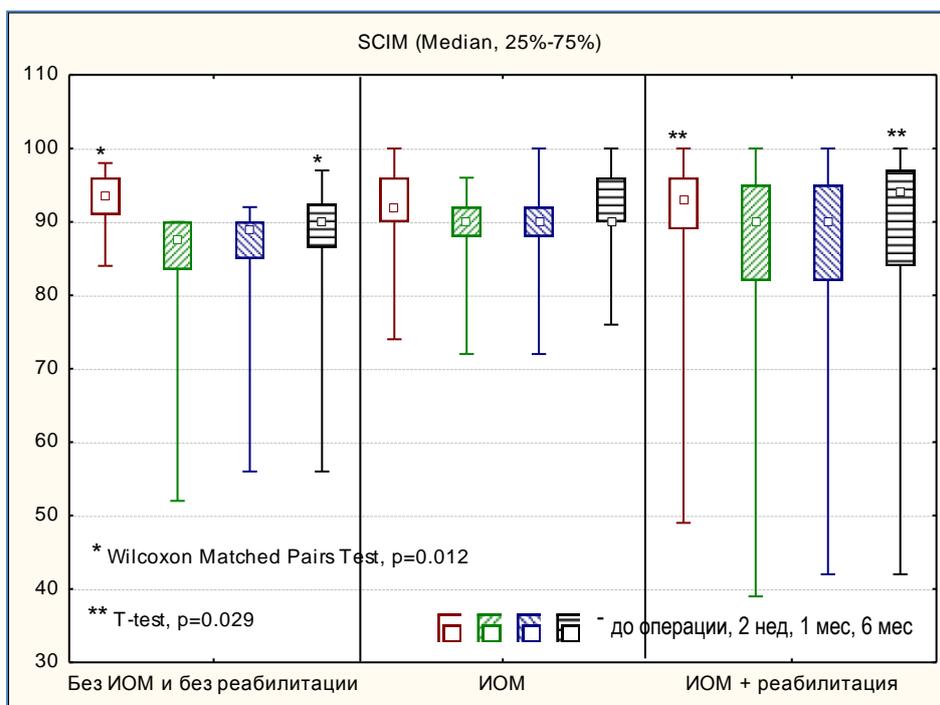
**Таблица 17. Динамика качества жизни в пред- и послеоперационном периоде, согласно анализу частот Oswestry Disability Index.**

Oswestry Disability Index	Ранги баллов	До операции	Через 1 месяц	Через 6 месяцев
ИОМ	0-29	12 (85,7%)	10 (71,4%) *	11 (78,6%)
	30-59	1 (7,14%)	3 (21,4%)	2 (14,3%)
	60-100	1 (7,14%)	1 (7,14%)	1 (7,14%)
ИОМ + реабилитация	0-29	21 (77,8%)	13 (48,1%) **	19 (70,4%)
	30-59	4 (14,8%)	10 (37%)	3 (11,1%)
	60-100	2 (7,4%)	4 (14,8%)	5 (18,5%)

\* Wilcoxon Matched Pairs Test,  $p=0.014$

\*\* Wilcoxon Matched Pairs Test,  $p=0.00044$

При анализе клинической характеристики уровня адаптации прооперированных пациентов с использованием шкалы SCIM наблюдалось достоверное сохранение социально значимых функций в группе ИОМ и группе ИОМ с реабилитацией, чего не прослеживалось в контрольной группе, где наблюдалось ухудшение уровня самообслуживания (Wilcoxon Matched Pairs Test,  $p=0.012$ ) (Рисунок 14).



**Рисунок 14. Динамика уровня самообслуживания прооперированных пациентов. по данным шкалы SCIM.**

Для уточнения динамики самообслуживания шкалы SCIM проводился частотный анализ клинических групп, с их ранжированием на подгруппы по баллам 0-82, 83-88, 89-94, 95-100.

Согласно полученным данным, в группе ИОМ с реабилитацией наблюдалось повышение доли пациентов в подгруппе 95-100 баллов с 7,4% до операции до 44,4% через 6 месяцев после оперативного лечения, за счет выраженного клинического улучшения пациентов и уменьшения численности других подгрупп, чего не наблюдалось ни в какой другой группе (T-test,  $p=0.029$ ). В группе ИОМ аналогичная динамика была менее выраженной и наблюдалась в подгруппах пациентов с меньшим уровнем самообслуживания по шкале SCIM, что носило характер тенденции (Таблица 18).

**Таблица 18. Динамика уровня самообслуживания прооперированных пациентов, по данным частотного анализа шкалы SCIM.**

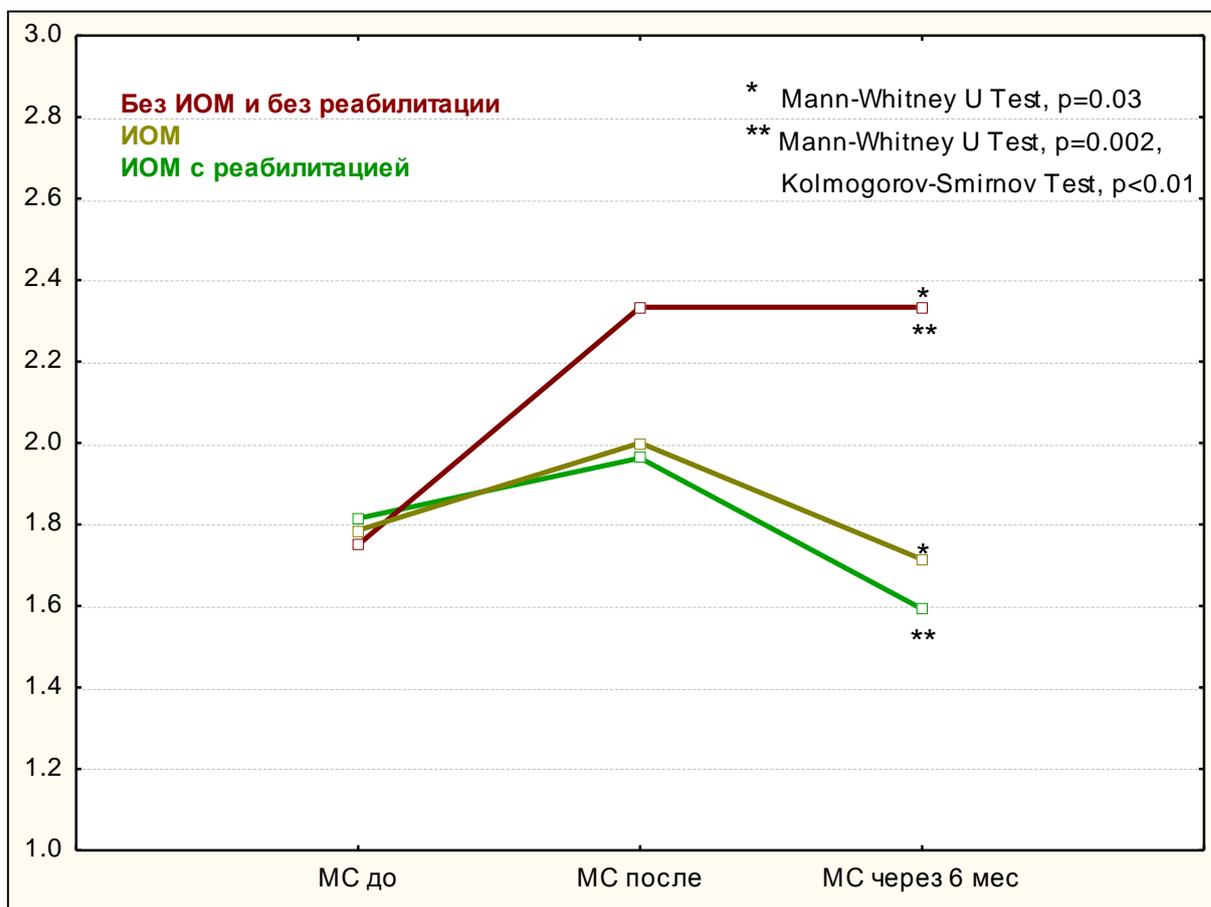
SCIM	Ранги баллов	До операции	Через 2 недели	Через 1 месяц	Через 6 месяцев
Без ИОМ и без реабилитации	0-82	0 *	3 (25%)	2 (16,6%)	2 (16,6%) *
	83-88	2 (16,6%)	4 (33,3%)	4 (33,3%)	1 (8,3%)
	89-94	5 (41,7%)	5 (41,7%)	6 (50%)	7 (58,3%)
	95-100	5 (41,7%)	0	0	2 (16,6%)
ИОМ	0-82	1 (7,1%)	2 (14,3%)	1 (7,1%)	1 (7,1%)
	83-88	1 (7,1%)	2 (14,3%)	3 (21,4%)	1 (7,1%)
	89-94	8 (57,1%)	9 (64,3%)	9 (64,3%)	8 (57,1%)
	95-100	4 (28,6%)	1 (7,1%)	1 (7,1%)	4 (28,6%)
ИОМ + реабилитация	0-82	4 (14,8%) **	7 (26%)	7 (26%)	6 (22,2%) **
	83-88	2 (7,4%)	5 (18,5%)	3 (11,1%)	1 (3,7%)
	89-94	12 (44,4%)	8 (29,5%)	10 (37%)	8 (29,5%)
	95-100	9 (33,3%)	7 (26%)	7 (26%)	12 (44,4%)

\* Wilcoxon Matched Pairs Test,  $p=0.012$

\*\* T-test,  $p=0.029$

Согласно динамике полученных баллов по шкале McCormick по 3 временным интервалам (до операции, через 1 месяц и 6 месяцев после операции), статистически достоверное улучшение функционального статуса

наблюдалось у пациентов в группе ИОМ (Wilcoxon Matched Pairs Test,  $p=0.03$ ) и в группе ИОМ с реабилитацией через 6 месяцев (Wilcoxon Matched Pairs Test,  $p=0.002$ ; Kolmogorov-Smirnov Test,  $p<0.01$ ), по сравнению с контрольной группой (Рисунок 15).



**Рисунок 15. Оценка функционального статуса, по данным шкалы McCormick.**

Таким образом, проведение реабилитационных мероприятий в ранние сроки повышает эффективность восстановления нарушенной двигательной функции, чувствительности, купированию болевого синдрома, способствуя более быстрой адаптации и повышению функциональной независимости.

#### 4.4 Клиническая и диагностическая значимость методов ИОМ

При анализе клинической и диагностической значимости ССВП ИОМ и МВП ИОМ как в предоперационном, так и послеоперационном периоде были выявлены корреляционные взаимосвязи (Таблица 19).

**Таблица 19. Корреляционный анализ показателей интраоперационного ССВП и динамики глубокой чувствительности, а также интраоперационного МВП и динамики мышечной силы.**

	Spearman Rank Order Correlations Marked correlations are significant at $p < .05000$		Spearman Rank Order Correlations Marked correlations are significant at $p < .05000$	
	ССВП ИОМ справа в конце операции		ССВП ИОМ слева в конце операции	
Глубокая чувствительность справа до операции		-0.145671	Глубокая чувствительность слева до операции	0.425540
ССВП ИОМ справа в конце операции		1.000000	ССВП ИОМ слева в конце операции	1.000000
Глубокая чувствительность справа после пробуждения		0.383619	Глубокая чувствительность слева после пробуждения	0.366667
Глубокая чувствительность справа 1мес		0.188656	Глубокая чувствительность слева 1мес	0.463008
Глубокая чувствительность справа 6мес		0.352039	Глубокая чувствительность слева 6мес	0.383633

	Spearman Rank Order Correlations Marked correlations are significant at $p < .05000$		Spearman Rank Order Correlations Marked correlations are significant at $p < .05000$	
	М ответ ИОМ в конце операции справа		М ответ ИОМ в конце операции слева	
ASIA рука справа до операции		0.703000	ASIA рука слева до операции	0.455807
ASIA нога справа до операции		0.266409	ASIA нога слева до операции	0.581302
М ответ ИОМ в конце операции справа		1.000000	М ответ ИОМ к концу операции слева	1.000000
ASIA рука справа 2нед		0.630441	ASIA рука слева 2нед	0.412612
ASIA нога справа 2нед		0.391664	ASIA нога слева 2нед	0.494801
ASIA рука справа 1мес		0.663448	ASIA рука слева 1мес	0.457930
ASIA нога справа 1мес		0.400663	ASIA нога слева 1мес	0.533586
ASIA рука справа 6 мес		0.683153	ASIA рука слева 6 мес	0.491918
ASIA нога справа 6 мес		0.428059	ASIA нога слева 6 мес	0.538791

Для ССВП ИОМ наблюдалось снижение силы положительной корреляционной связи с течением времени, что свидетельствует о большей клинической значимости ИОМ в ранние сроки после операции.

Для уточнения связи ССВП ИОМ с динамикой глубокой чувствительности нами были проанализированы частоты сохранения ССВП интраоперационно (сохранен или не сохранен) и глубокая чувствительность в неврологическом статусе (отсутствовала в динамике, снижалась, сохранена). Для периодов наблюдения сразу после пробуждения и через 6 месяцев получены следующие частоты (Таблица 20).

**Таблица 20. Частотный анализ интраоперационных данных ССВП и глубокой чувствительности в конце операции и через 6 месяцев (по данным 2 клинических групп).**

Pearson Chi-square: 10.3811, df=2, p=.005570				Pearson Chi-square: 8.62519, df=2, p=.013401			
Глубокая чувствительность сохранена справа после пробуждения	ССВП ИОМ справа в конце операции 0	ССВП ИОМ справа в конце операции 1	Всего Totals	Глубокая чувствительность сохранена слева после пробуждения	ССВП ИОМ слева в конце операции 0	ССВП ИОМ слева в конце операции 1	Всего Totals
Нет	0 0.00%	2 100.00%	2	Нет	8 88.89%	1 11.11%	9
Снижалась	6 75.00%	2 25.00%	8	Снижалась	6 50.00%	6 50.00%	12
Да	6 19.35%	25 80.65%	31	Да	6 30.00%	14 70.00%	20
Всего	12	29	41	Всего	20	21	41
Pearson Chi-square: ----				Pearson Chi-square: 9.26684, df=2, p=.009724			
Глубокая чувствительность сохранена справа 6мес	ССВП ИОМ справа в конце операции 0	ССВП ИОМ справа в конце операции 1	Всего Totals	Глубокая чувствительность сохранена слева 6мес	ССВП ИОМ слева в конце операции 0	ССВП ИОМ слева в конце операции 1	Всего Totals
Нет	0	0	0	Нет	7 100.00%	0 0.00%	7
Снижалась	2 100.00%	0 0.00%	2	Снижалась	3 50.00%	3 50.00%	6
Да	10 25.64%	29 74.36%	39	Да	10 35.71%	18 64.29%	28
Всего	12	29	41	Всего	20	21	41

Чувствительность и специфичность рассчитывали с учетом показателей на конец операции по общеизвестным формулам:

$$\text{Чувствительность} = \text{ИП} / (\text{ИП} + \text{ЛО})$$

$$\text{Специфичность} = \text{ИО} / (\text{ИО} + \text{ЛП})$$

$$\text{Положительная предсказательная способность} = \text{ИП} / (\text{ИП} + \text{ЛП})$$

$$\text{Отрицательная предсказательная способность} = \text{ИО} / (\text{ИО} + \text{ЛО})$$

(где ИП – истинно положительные, ИО – истинно отрицательные, ЛП – ложно положительные, ЛО – ложно отрицательные)

При оценке информативности и клинической значимости ССВП ИОМ его чувствительность составляла 62-69%, специфичность до 89%, положительная предсказательная способность 93-95%, отрицательная предсказательная способность до 40% (Таблица 21).

**Таблица 21. Показатели информативности диагностического метода интраоперационной регистрации ССВП.**

Метод	ИП	ИО	ЛП	ЛО	Всего	Чувствительность	Специфичность	ППС	ОПС
ССВП ИОМ справа в конце операции	27	0	2	12	41	69.23	0.00	93.10	0.00
ССВП ИОМ слева в конце операции	20	8	1	12	41	62.50	88.89	95.24	40.00

где ИП – истинно положительные, ИО – истинно отрицательные, ЛП – ложно положительные, ЛО – ложно отрицательные, ППС – положительная предсказательная способность, ОПС – отрицательная предсказательная способность

При анализе взаимосвязи интраоперационного проведения МВП и динамики парезов, как в предоперационном, так и послеоперационном периоде, были выявлены корреляционные взаимосвязи (Таблица 19). Обращало на себя внимание увеличение положительной корреляции в послеоперационном периоде с 2 недель до 6 месяцев с обеих сторон конечностей, что свидетельствовало о важной прогностической роли интраоперационного проведения МВП для оценки динамики пареза.

Для уточнения связи МВП ИОМ с динамикой парезов нами были проанализированы частоты сохранения МВП интраоперационно (сохранен  $\geq 50\%$  или не сохранен) и двигательная активность по ASIA (снижалась, сохранена). Для периода наблюдения 2 недели и 6 месяцев получены следующие частоты (Таблица 22).

**Таблица 22. Частотный анализ интраоперационного МВП и мышечной силы в конце операции и через 6 месяцев (по данным 2 клинических групп).**

МВП - ASIA справа интраоперационно и через 2 недели Pearson Chi-square: 6.59357, df=1, p=.010236				МВП - ASIA слева интраоперационно и через 2 недели Pearson Chi-square: 2.57714, df=1, p=.108420			
Двигательная активность сохранена справа 2нед	М ответ ИОМ к концу операции справа 0	М ответ ИОМ к концу операции справа 1	Всего Totals	Двигательная активность сохранена слева 2нед	М ответ ИОМ к концу операции слева 0	М ответ ИОМ к концу операции слева 1	Всего Totals
Снижалась	5 26.32%	14 73.68%	19	Снижалась	6 20.00%	24 80.00%	30
Да	0 0.00%	22 100.00%	22	Да	0 0.00%	11 100.00%	11
Всего	5	36	41	Всего	6	35	41
МВП - ASIA справа интраоперационно и через 6 месяцев Pearson Chi-square: 23.4896, df=1, p=.000001				МВП - ASIA слева интраоперационно и через 6 месяцев Pearson Chi-square: 7.56212, df=1, p=.005962			
Двигательная активность сохранена справа 6мес	М ответ ИОМ к концу операции справа 0	М ответ ИОМ к концу операции справа 1	Всего Totals	Двигательная активность сохранена слева 6мес	М ответ ИОМ к концу операции слева 0	М ответ ИОМ к концу операции слева 1	Всего Totals
Снижалась	5 62.50%	3 37.50%	8	Снижалась	5 35.71%	9 64.29%	14
Да	0 0.00%	33 100.00%	33	Да	1 3.70%	26 96.30%	27
Всего	5	36	41	Всего	6	35	41

Лишь у одного пациента из 11, у которых при отсутствии М-ответа в конце операции в правой руке сохранялась сниженная двигательная активность по ASIA motor score после пробуждения, через 6 месяцев удалось восстановить двигательный дефицит до предоперационного уровня (пациент из группы ИОМ). Полученные результаты свидетельствуют о высокой прогностической значимости отсутствующего М-ответа к концу операции, что может в дальнейшем использоваться как показание к расширению объема реабилитационных мероприятий в послеоперационном периоде, направленных на прицельное восстановление объема двигательной активности.

При оценке информативности и клинической значимости МВП ИОМ его чувствительность достигала 100%, специфичность до 26%, положительная предсказательная способность до 61%, отрицательная предсказательная способность до 100% (Таблица 23).

**Таблица 23. Показатели информативности диагностического метода интраоперационной регистрации МВП.**

Метод	ИП	ИО	ЛП	ЛО	Всего	Чувствительность	Специфичность	ППС	ОПС
МВП ИОМ справа в конце операции	22	5	14	0	41	100.00	26.32	61.11	100.00
МВП ИОМ слева в конце операции	11	6	24	0	41	100.00	20.00	31.43	100.00

где ИП – истинно положительные, ИО – истинно отрицательные, ЛП – ложно положительные, ЛО – ложно отрицательные, ППС – положительная предсказательная способность, ОПС – отрицательная предсказательная способность

Высокая чувствительность и высокая отрицательная предсказательная способность МВП ИОМ позволяют рекомендовать его к более широкому внедрению в клинической практике с целью точной оценки глубины пареза и расширения объема реабилитационной терапии. Средняя чувствительность ССВП ИОМ требует дальнейших нейрофизиологических исследований по оптимизации метода, с использованием шкал оценки глубокой чувствительности.

#### **4.5 Клиническая и прогностическая значимость нейрофизиологического обследования у пациентов в пред- и послеоперационном периоде**

В связи с тем, что нейрофизиологические исследования проводились только в группе ИОМ с реабилитацией, для получения наиболее достоверных данных нами были исключены пациенты с поражением грудного отдела и конуса ввиду их малого количества (5 человек) и статистически неинформативного распределения. Так, у 3 из 5 человек глубокая чувствительность полностью сохранялась в раннем и позднем послеоперационном периоде.

При изучении проведения импульса по задним столбам спинного мозга у пациентов с поражением шейного отдела позвоночника оценивалась только левая верхняя конечность, ввиду того что среди пациентов со снижением проприорецепции в правой верхней конечности имелся лишь единственный случай с полной утратой глубокой чувствительности, у которого реабилитационные мероприятия были неэффективны, что весьма затрудняло статистический анализ. Также обращало на себя внимание, что среди 6 пациентов со снижением глубокой чувствительности в правой верхней конечности в 1-е сутки после операции – у 5 человек происходило ее полное восстановление в ходе реабилитационных мероприятий.

При изучении данных ССВП среди клинической группы ИОМ с реабилитацией нами проводилось выделение подгрупп пациентов согласно сохранению глубокой чувствительности сразу после пробуждения и через 6 месяцев: Нет (без динамики), Снижена (снижалась в динамике), Да (сохранялась и восстанавливалась в динамике).

Полученные данные представлены в виде таблицы частот с указанием средних значений показателей ( $Mean \pm SE \pm SD$ ) (Таблица 24).

**Таблица 24. Нейрофизиология глубокой чувствительности у пациентов с различными исходами через 6 месяцев после операции.**

Глубокая чувствительность слева сохранена (Mean±SE±SD)	Отбор группы по эффектам (N=22)	ВЦП слева до операции, мс	ВЦП слева после операции, мс	ССВП латентность слева до операции, мс	ССВП латентность слева после операции, мс	ССВП амплитуда слева до операции, мкВ	ССВП амплитуда слева после операции, мкВ
Нет	после операции (N=6)	9.87 ± 0.66 ± 1.63	10.38 ± 0.83 ± 2.04	20.9 ± 0.36 ± 0.87	21.4 ± 0.51 ± 1.24	2.64 ± 0.34 ± 0.83	1.83 ± 0.33 ± 0.81
	через 6мес (N=4)	9.95 ± 1.05 ± 2.09	10.58 ± 1.31 ± 2.61	20.58 ± 0.34 ± 0.68	21.18 ± 0.72 ± 1.44	2.79 ± 0.38 ± 0.76	1.82 ± 0.49 ± 0.98
Снижена	после операции (N=6)	9.39 ± 0.24 ± 0.59	9.89 ± 0.48 ± 1.19	18.33 ± 0.45 ± 1.09	19.2 ± 0.58 ± 1.43	3.13 ± 0.51 ± 1.25	2.53 ± 0.45 ± 1.1
	через 6мес (N=3)	9.34 ± 0.22 ± 0.39	10.24 ± 0.9 ± 1.57	18.33 ± 0.71 ± 1.22	19.9 ± 0.87 ± 1.51	2.9 ± 0.15 ± 0.26	2.66 ± 0.18 ± 0.32
Да	после операции (N=10)	9.23 ± 0.19 ± 0.6	9.41 ± 0.19 ± 0.61	18.67 ± 0.41 ± 1.29	18.75 ± 0.4 ± 1.27	2.617 ± 0.22 ± 0.71	2.422 ± 0.19 ± 0.59
	через 6мес (N=15)	9.33 ± 0.15 ± 0.6	9.51 ± 0.16 ± 0.62	18.99 ± 0.41 ± 1.57	19.11 ± 0.41 ± 1.59	2.73 ± 0.27 ± 1.03	2.34 ± 0.22 ± 0.84

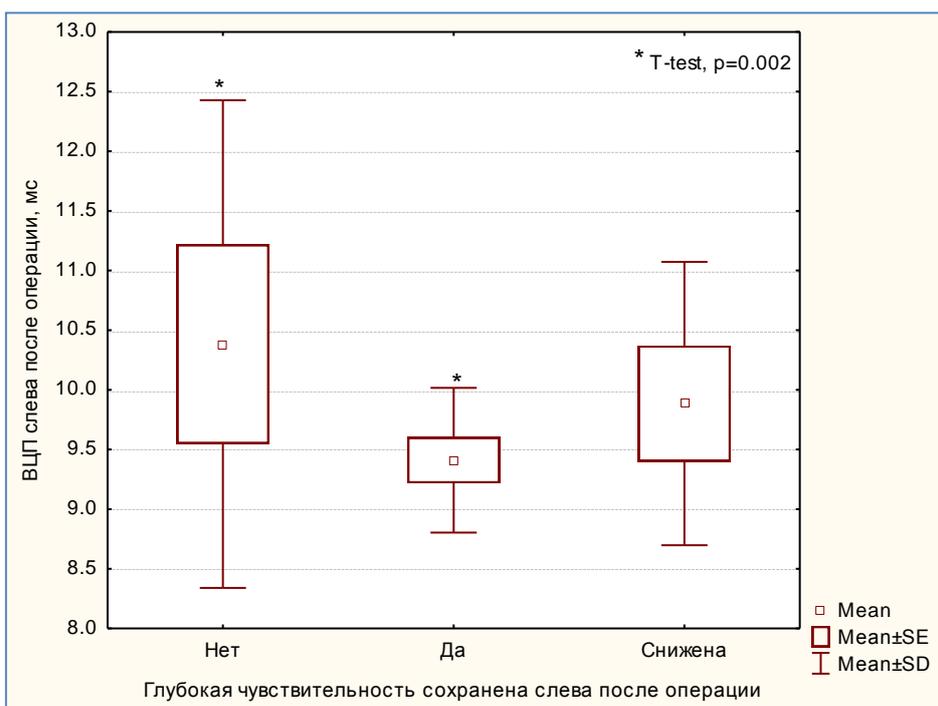
T-test,  
p=0.002

Mann-Whitney U Test, p=0.005

Kolmogorov-Smirnov Test, p<0.05; Mann-Whitney U Test, p=0.02

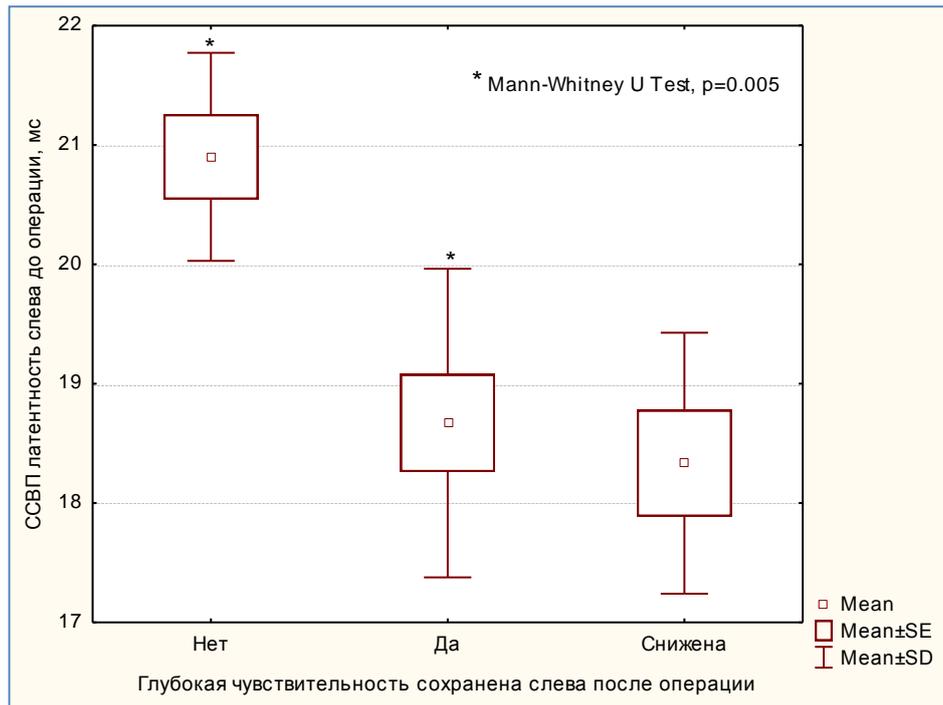
Mann-Whitney U Test, p=0.14

При оценке ВЦП до оперативного лечения достоверных различий в 3 подгруппах не обнаружено, наблюдалась тенденция к удлинению ВЦП в подгруппе «Нет». При оценке ВЦП через месяц после операции наблюдалось достоверное удлинение времени проведения сигнала в подгруппе «Нет» (с нарушенной глубокой чувствительностью), по сравнению с подгруппой «Да» (T-test, p=0.002), а также тенденция к удлинению при сравнении с подгруппой «Снижена» (T-test, p=0.077) (Рисунок 16). Таким образом, прогрессирующее удлинение ВЦП более 10мсек позволяет предполагать нарушение глубокой чувствительности в раннем послеоперационном периоде (Таблица 24).

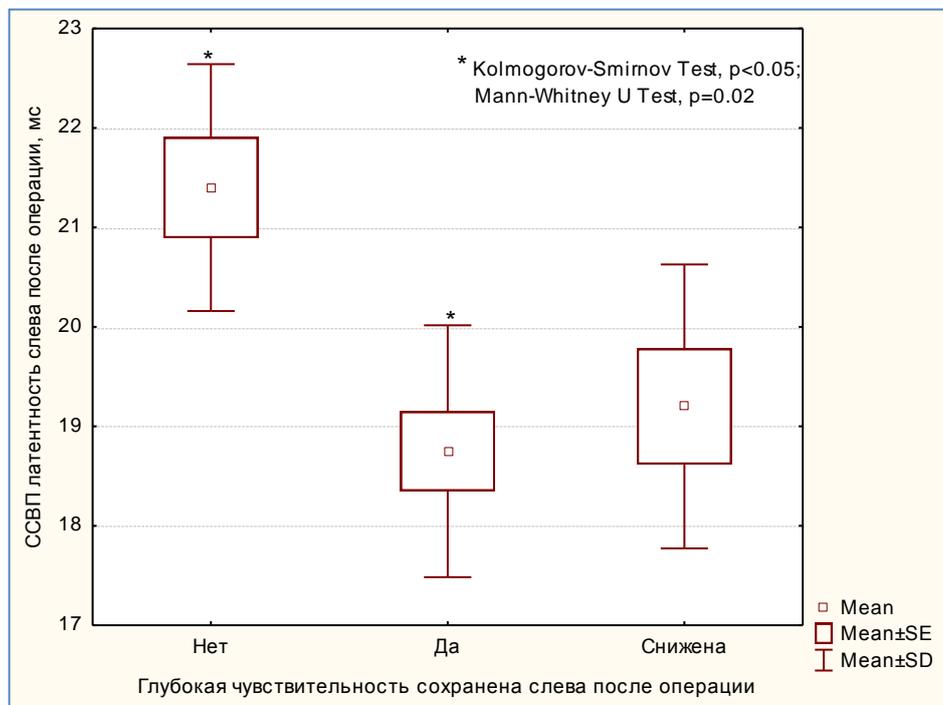


**Рисунок 16. Оценка глубокой чувствительности, по данным ВЦП у пациентов с различными исходами после операции.**

При оценке латентности ССВП до операции выявлено ее достоверное удлинение в подгруппе «Нет», по сравнению с подгруппой «Да» (Mann-Whitney U Test,  $p=0.005$ ) (Рисунок 17), что также наблюдалось для латентности ССВП через месяц после операции (Kolmogorov-Smirnov Test,  $p<0.05$ ; Mann-Whitney U Test,  $p=0.02$ ) (Рисунок 18), что позволяет использовать прогрессирующее нарастание латентности ССВП более 20мсек для выделения пациентов в группу риска по развитию нарушений глубокой чувствительности в послеоперационном периоде (Таблица 24).

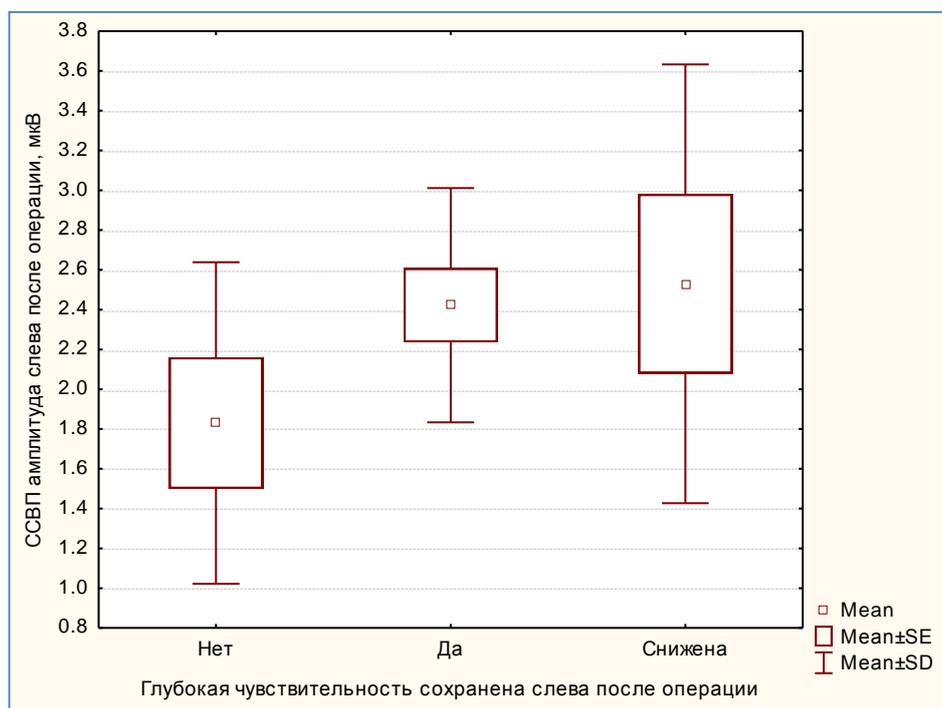


**Рисунок 17. Оценка латентности ССВП до операции, у пациентов с различными исходами после операции.**



**Рисунок 18. Оценка латентности ССВП после операции, у пациентов с различными исходами после операции.**

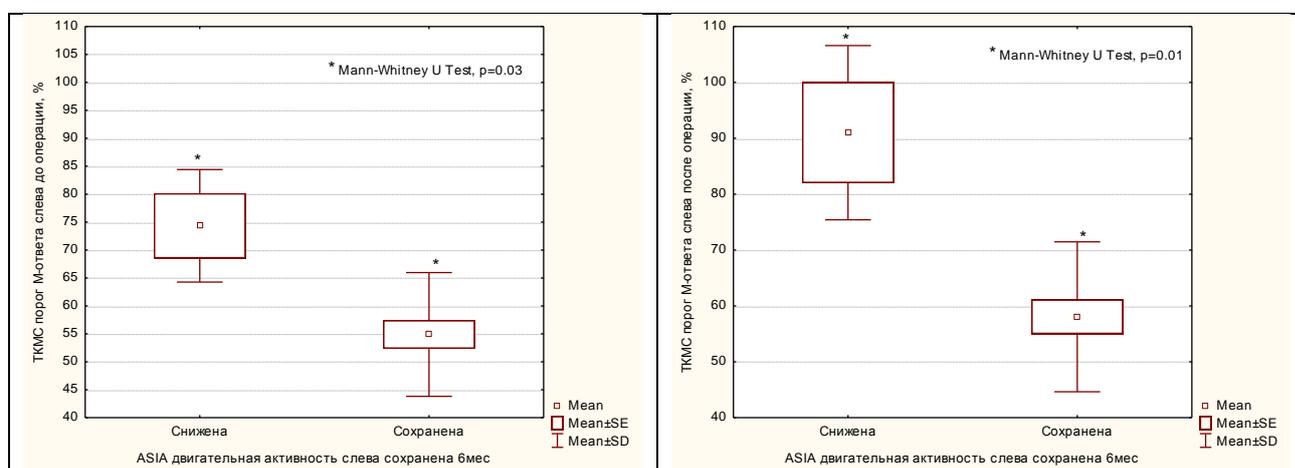
При предоперационном измерении амплитуды ССВП среди пациентов с послеоперационным снижением глубокой чувствительностью в подгруппе «Снижена» наблюдались ее более высокие показатели, по сравнению с остальными подгруппами, что свидетельствовало о возможной ирритации чувствительной коры. При межгрупповом сравнении через месяц после операции наблюдалось некоторое снижение амплитуды ССВП в подгруппе «Нет» в границах  $1.83 \pm 0.33 \pm 0.81$  мкВ, по сравнению с подгруппой «Да» в диапазоне  $2.42 \pm 0.19 \pm 0.59$  мкВ (Mann-Whitney U Test,  $p=0.14$ ) (Рисунок 19). Таким образом, резкое падение амплитуды ССВП менее 2 мкВ через месяц после операции может иметь важное прогностическое значение для выделения группы риска по нарушению глубокой чувствительности в послеоперационном периоде и расширению объема реабилитационных мероприятий (Таблица 24).



**Рисунок 19. Оценка амплитуды ССВП после операции у пациентов с различными исходами после операции.**



При анализе пациентов без восстановления по шкале ASIA к 6-месяцам после операции, на дооперационном этапе у них наблюдалось достоверное повышение порога М-ответа в границах  $74.33 \pm 10.07 \pm 5.81\%$  (Mann-Whitney U Test,  $p=0.03$ ) (Таблица 25, Рисунок 20), по сравнению с подгруппой пациентов с сохраненной двигательной активностью  $54.89 \pm 2.54 \pm 11.07\%$ . Повышение порога дооперационного М-ответа более 65-70% у пациентов с отрицательными 6-месячными исходами свидетельствовало о риске усугубления пареза в послеоперационном периоде, который достигал у них 82-100% через 1 месяц после операции (Таблица 25, Рисунок 20).



**Рисунок 20. Оценка порога М-ответа ТКМС до и после операции, у пациентов с различными исходами через 6 месяцев после операции.**

Таким образом, к основным инструментальным нейрофизиологическим критериям клинического ухудшения в послеоперационном периоде относятся:

- по ухудшению чувствительности – удлинение ВЦП ССВП более 10 мсек; увеличение латентности ССВП более 20 мсек; снижение амплитуды ССВП менее 2 мкВ – до операции;
- по ухудшению двигательной активности – удлинение ТКМС ВЦМП более 10,5 мсек в послеоперационном периоде; снижение амплитуды М-

ответа ТКМС менее 1,5мВ до операции; повышение порога М-ответа ТКМС более 65-70% до операции.

Диагностическая значимость и факторный вес тех или иных нейрофизиологических и клинических показателей в структуре поздних послеоперационных исходов требует расширения объема клинических групп в 5-10 раз с последующим проведением факторного и кластерного анализ, шкалирования, что является темой наших дальнейших исследований.

## ГЛАВА 5. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ литературных данных и результаты нашего исследования показывают, что ИМО – тяжелая патология, вызывающая нарушения в спинном мозге вследствие механического сдавления в замкнутом костном канале не только нервных путей, но и венозного сплетения и спинномозговых нервов. Характерны нарушения двигательной, чувствительных функций, выпадение глубокой чувствительности, что приводит к выраженному снижению качества жизни.

Оперативное лечение заключается в ламинэктомии, резекции опухоли, с последующей ламинопластикой при необходимости. Проводимое хирургическое лечение носит индивидуальный характер ввиду сложности доступа и объема операции. В дальнейшем каждому больному необходимо проведение курса реабилитации с целью компенсации и восстановления нарушенных функций по специально подобранной программе с учетом неврологического, соматического, функционального статуса[76].

Проблема комплексного реабилитационного лечения в России нейрохирургических больных после резекции опухоли является важной медико-социальной проблемой, которая далека от своего решения. В ряде крупных неврологических центров [5, 18] были получены обнадеживающие результаты по внедрению реабилитационных мероприятий в клиническую практику, что, однако весьма ограничено ввиду сложности организации процесса и небольшой пропускной способностью данных учреждений. Так, в работах Raj VS (2013), Da Li (2013) , Kirshblum S. (2001) было показано, что применение реабилитационной терапии в ранние сроки улучшает 6-месячные исходы у больных после удаления ИМО [76, 88, 117]. Настоящее исследование подтверждает результаты вышеуказанных работ.

С целью оценки эффективности реабилитации мы детально проанализировали восстановление клинически значимых функций в динамике и сравнили с ретроспективной группой, где реабилитация не проводилась. При анализе функционального статуса по модифицированной шкале МС, ее показатели ухудшались сразу после операции и имели тенденцию к повышению в послеоперационном периоде, без статистически значимой разницы между 2мя клиническими группами. Достоверное межгрупповое улучшение функционального статуса прослеживалось в позднем послеоперационном периоде, через 6 месяцев после оперативного лечения. Аналогичные данные были получены Choi I. (2014), Raso A. et al. (2005), Klekamp J. (2013) [49, 78, 115]. Согласно нашим данным, пациенты с предоперационным функциональным статусом по шкале МС (I-III), прооперированные с использованием ИОМ и реабилитации в раннем послеоперационном периоде, были более активны, и на момент выписки в большинстве случаев независимы от посторонней помощи, что повлияло на эффективность отдаленных исходов лечения и позволило достичь качественно новый клинический результат.

Исходя из полученных нами данных, раннее восстановительное лечение, с включением ИОМ, приводит к улучшению глубокой чувствительности, увеличению мышечной силы и двигательной активности через месяц после операции и в отдаленный послеоперационный период. Полученные данные согласуются с результатами Писаревской Е.С. (2003), где показано важное значение ранней реабилитации для более полного восстановления мышечной силы, увеличения двигательной активности и переходу пациентов в более высокий функциональный класс [18]. Вследствие этого наблюдается улучшение качества ходьбы (индекс ходьбы Hauser) и повышение уровня самообслуживания (шкала SCIM). При отсутствии восстановительного лечения организм не всегда максимально гармонично компенсирует нарушенные

функции, о чем косвенно можно судить по оценке симметричности восстановления пареза.

С целью оценки эффективности реабилитации мы детально проанализировали восстановление разных функций в динамике и сравнили с ретроспективной группой, где реабилитация не проводилась. В целом во всех группах отмечалась одинаковая тенденция ухудшения неврологического, функционального статуса сразу после операции с последующим восстановлением через 6 месяцев, что соответствовало результатам работ ведущих специалистов Kose N. (2014), Sandalcioglu I. (2005) [81, 123]. Однако, в нашем исследовании комплексное применение ИОМ и реабилитационной терапии приводило к более мягкому течению раннего послеоперационного периода и более эффективному восстановлению/компенсации нарушенных неврологических функций.

В своем исследовании мы не оценивали отдельное влияние баланстерапии на восстановление функции глубокой чувствительности, поэтому правомерно говорить только о влиянии комплексного подхода. Однако полученные результаты позволяют косвенно судить об эффективности указанного метода в улучшении проприорецепции, что требует дальнейшего изучения с применением шкал оценки глубокой чувствительности и расширения объема клинического неврологического обследования с использованием камертона.

В группе с реабилитацией латерализация пареза была минимальной, что свидетельствовало об эффективности применяемой ранней реабилитационной терапии. При сравнении шкал оценки пареза MRS-Scale и ASIA motor score scale обращала на себя внимание большая клиническая значимость и чувствительность последней.

Многочисленные исследования, проводимые с целью определения эффекта реабилитации на восстановление мышечного тонуса, согласуются с

полученными результатами нашего исследования, где происходило восстановление патологического тонуса до предоперационного уровня у пациентов с легким и незначительным повышением тонуса в основной клинической группе.

Необходимо отметить важную роль реабилитационных мероприятий в купировании болевого синдрома. Известно, что одной из самых частых жалоб прооперированных больных в отдаленный период является дизестезия [20, 77]. В нашем исследовании после операции в основной группе, через 6 месяцев после операции, согласно критериям шкалы DN4 нейропатический компонент боли был выявлен в 4 (15%) случаев, в то время как число пациентов без болевого синдрома увеличилось с 9 (33,3%) случаев до 13 (48%) случаев. При сравнении с группой без реабилитации отмечалось достоверное снижение болевого синдрома сразу после прохождения курса реабилитации в основной группе ( $p < 0,05$ ).

При анализе качества жизни по шкале Oswestry были получены несколько противоречивые данные. Говоря о качестве жизни, необходимо помнить, что это индивидуальное понятие и зависит от многих факторов, в том числе от личностно-эмоциональных характеристик. Некоторые авторы Hunt S. M., (2004). Wade D. (1992) считают, что не существует никакого внешнего критерия, согласно которому можно было бы определить валидность тестов, измеряющих качество жизни [68, 137]. Тем не менее мы использовали шкалу Oswestry, для того, чтобы в комбинации с другими методами более полно оценить результаты лечения конкретного больного. К сожалению, у нас не было возможности оценить динамику качества жизни в контрольной группе, но совместное использование ИОМ и реабилитации значительно улучшало качество жизни при внутригрупповом анализе.

При изучении методологической информативности нейрофизиологических методов исследования Muramoto A., Imagama S., et al

(2014) в своем исследовании выявили, что при уменьшении амплитуды МВП более 50%, чувствительность/специфичность для шейного отдела позвоночника составила 86%/74% и 88%/78% для грудного, соответственно [105]. В 2006 Sala F. et al пришли к выводу о том, что использование МВП в значительной степени улучшает отдаленные результаты по парезу и позволяет предсказать двигательный дефицит по данным ИОМ в конце операции [122]. В подтверждение того, что МВП и ССВП нужно использовать совместно, Hyun SJ и Rhim SC (2009) приводят данные о том, что совместное применение этих методов обеспечивает большую чувствительность и большую положительную предсказательную способность, чем раздельное использование вышеуказанных исследований [69].

Amassian A. (2002); MacDonald D. (2006) указывают, что диспропорционально большое падение амплитуды МВП может отражать небольшое снижение проведения по кортико-спинальному тракту или падение в возбудимости нижнего мотонейрона. В тоже время сохранение двигательного ответа служит хорошим доказательством сохранности двигательных путей [91]. Сохранение во время операции амплитуды 50% и более амплитуды первоначального М ответа коррелирует с отсутствием повреждения центрального мотонейрона. В тоже время подчеркивается, что сохранение двигательного ответа не исключает повреждения периферического мышечного волокна, так как регистрируемые потенциалы могут оказаться не в мониторируемой мышце и, соответственно, не будут отражаться на мониторе. Несомненным является тот факт, что использование нейрофизиологического мониторинга является объективизирующим фактором и в большинстве процентов случаев позволяет определить состояние больного после пробуждения. Так, в настоящем исследовании соотношение чувствительности и специфичности для ССВП ИОМ составило 62-69%/88%, и для МВП ИОМ 100%/20-26%, что требует дальнейших нейрофизиологических исследований по оптимизации чувствительности ССВП ИОМ и специфичности МВП ИОМ.

По результатам нашего исследования можно сделать вывод о том, что сохранение амплитуды МВП  $>50\%$  в конце операции является предиктором сохранения мышечной силы на дооперационном уровне [146]. С учетом средней чувствительности ССВП ИОМ, падение амплитуды ССВП во время операции не является предиктором снижения глубокой чувствительности после операции.

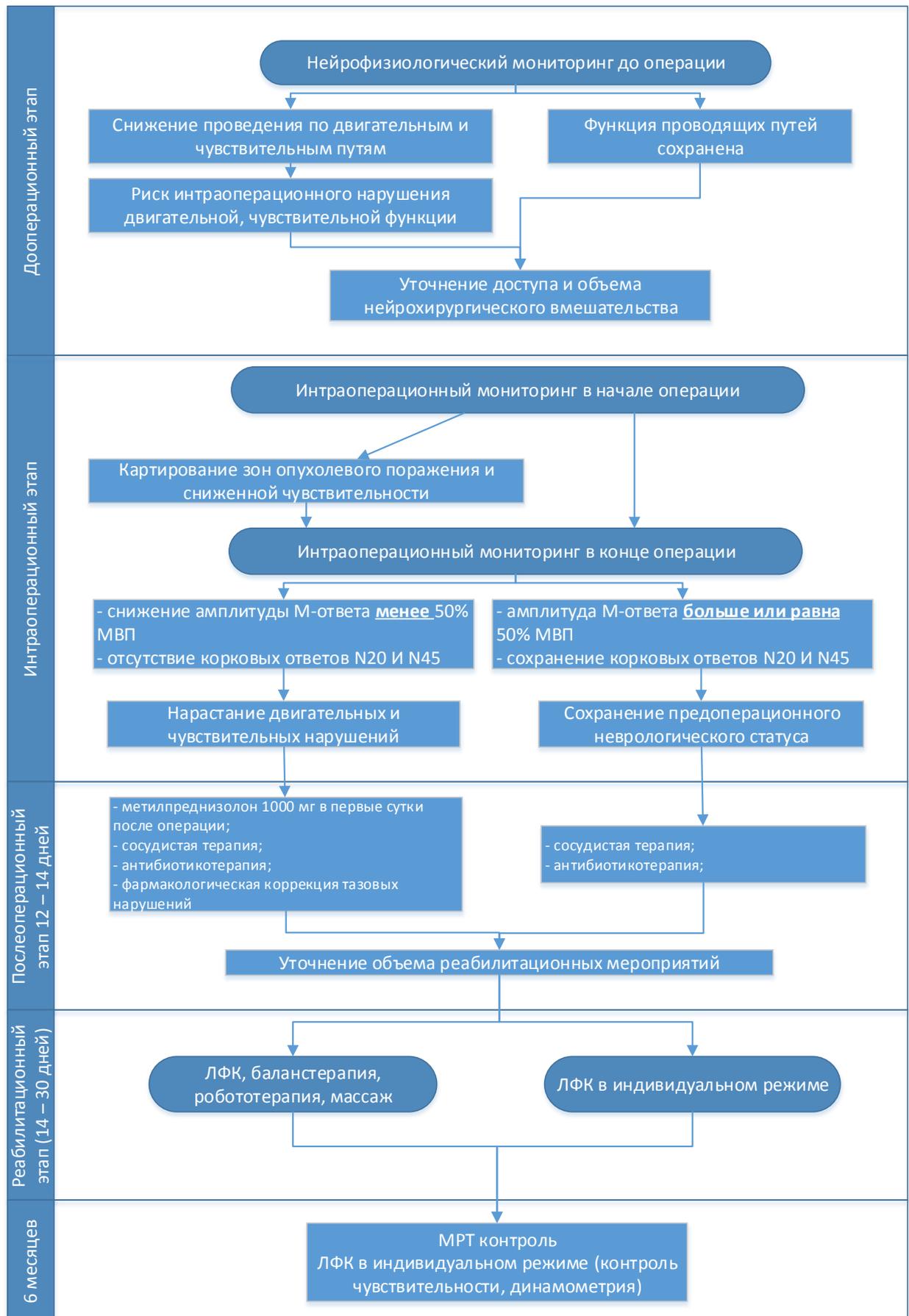
Говоря о нейрофизиологической оценке функции задних столбов в динамике можно сказать, что у пациентов с предоперационным снижением глубокой чувствительности наблюдалось: удлинение ВЦП ССВП, увеличение латентности ССВП коркового ответа, снижение амплитуды коркового ответа [143]. Однако ввиду малого числа случаев пациентов с нарушением глубокой чувствительности до операции выводы о прогнозе делать возможно после увеличения объема клинических групп.

При сопоставлении симптомов, возникающих вследствие сдавления опухолью эфферентных путей мы выявили соответствие изменений параметров ВМО с данными неврологического осмотра. Так, у пациентов с менее полным восстановлением пареза до операции наблюдалось увеличение ТКМС ВЦМП и снижение амплитуда М-ответа, что позволяло говорить о функциональной состоятельности проводниковых структур, подвергшихся сдавлению тканью опухоли. В наших исследованиях увеличение ТКМС ВЦМП наиболее часто проявлялось на клинически более пораженной стороне [144]. Амплитуда ТКМС на пораженной стороне была снижена и отражала состояние пирамидных путей, которые у больных с более распространенным опухолевым процессом были компримированы. После удаления объемного образования компрессия эфферентных путей прекращалась и проведение нервных импульсов восстанавливалось, что мы наблюдали в группе с сохраненной мышечной силой. В тоже время, было бы интересным посмотреть динамику восстановления нервного импульса и в более поздние сроки 12-18 месяцев.

Аналогичные изменения выявлялись при регистрации порога ВМО, который изначально был увеличен у пациентов с более выраженным парезом и соответствовал более худшему восстановлению после операции.

Нами показана неотъемлемая роль комплексной реабилитационной терапии в благоприятном нейрофункциональном исходе и предотвращении осложнений после удаления опухоли. Чем раньше и прицельнее назначается реабилитация, тем более она эффективна в достижении функциональной независимости и восстановлении неврологических функций. У всех нейрохирургических пациентов после удаления ИМО, начинаясь на стационарном этапе, реабилитация обязательно должна продолжаться в домашних условиях. Помимо перечисленных факторов, определяющих более полное восстановление, необходимо отметить, что проходя курс реабилитации сразу после операции, пациент учится правильно выполнять упражнения, что в дальнейшем позволяет ему быстрее адаптироваться и выполнять гимнастику самостоятельно, повышая уровень самообслуживания.

Учитывая проведенный анализ исходов прооперированных больных мы разработали алгоритм, уточняющий тактику ведения пациентов с ИМО, который бы позволил рассчитать интраоперационные риски и определить объем последующей реабилитационной программы (Рисунок 21).



**Рисунок 21. Тактика ведения пациентов с ИМО (пилотный проект)**

Незаслуженно ограниченное число исследований в изучении ранних и поздних эффектов реабилитации у пациентов после удаления ИМО должно быть увеличено. При анализе полученных нами данных неясными остаются вопросы,

- касающиеся детализации сроков восстановления отдельных неврологических функций (по 6-12 точкам с построением ROC-кривых),
- касающиеся использования нейрофизиологического обследования для уточнения латерализации повреждения в пред- и послеоперационном периоде,
- касающиеся использования клинических шкал оценки глубокой чувствительности для оптимизации метода ССВП ИОМ с целью повышения его методологической чувствительности,
- касающиеся доказательной индивидуализации программы реабилитационной терапии, в соответствии с динамикой клиничко-нейрофизиологических показателей в пред- и послеоперационном периоде,
- касающиеся разработки шкалы нейрохирургического риска и шкалы индивидуального объема реабилитационной терапии, в соответствии с весовыми факторами тех или иных клиничко-нейрофизиологических показателей.

Перед нами впереди стоит большая работа по созданию клиничко-нейрофизиологических шкал разной направленности и применимости, которые оказались бы весьма полезными как для оперирующих нейрохирургов, так и для практикующих нейрореабилитологов.

Все это ставит на повестку дня вопрос о создании школы доказательной нейрореабилитологии и нейрореабилитационной терапии с дальнейшим увеличением объема научно-клинических и практических работ

## ВЫВОДЫ

1. Использование нейрофизиологического интраоперационного мониторинга у пациентов нейрохирургического профиля при удалении интрамедуллярных опухолей способствует лучшему восстановлению неврологических нарушений в раннем послеоперационном периоде, снижает частоту поздних послеоперационных неврологических расстройств, улучшает поздние послеоперационные исходы.

2. Метод оценки моторных вызванных потенциалов при интраоперационном мониторинге является высокочувствительным методом диагностики нарушений двигательной активности, метод оценки соматосенсорных вызванных потенциалов является среднечувствительным методом оценки глубокой чувствительности.

3. Использование комплекса реабилитации в раннем послеоперационном периоде (на 12-14 сутки) является безопасным способом восстановительного лечения, улучшает качество жизни пациентов, а также их социальную адаптацию.

4. Использование ранней реабилитации приводит к улучшению отдаленных 6-месячных исходов в виде уменьшения степени пареза, болевого синдрома, улучшения глубокой чувствительности и навыков самообслуживания.

5. К основным инструментальным нейрофизиологическим критериям клинического ухудшения в послеоперационном периоде у пациентов с интрамедуллярными опухолями относятся: по ухудшению чувствительности – удлинение времени центрального проведения соматосенсорных вызванных потенциалов более 10 мсек; увеличение латентности соматосенсорных вызванных потенциалов более 20 мсек; снижение амплитуды соматосенсорных вызванных потенциалов менее 2 мкВ до операции; по ухудшению двигательной активности – удлинение

времени центрального моторного проведения более 10,5 мсек в послеоперационном периоде; снижение амплитуды М-ответа при транскраниальной магнитной стимуляции менее 1,5 мВ до операции; повышение порога М-ответа более 65-70% до операции. Сохранение амплитуды М-ответа 50% и более в конце операции является предиктором сохранения мышечной силы пациента на дооперационном уровне.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Нейрофизиологические показатели, мониторинг которых проводится во время операции, можно использовать как предикторы неблагоприятных послеоперационных исходов у пациентов с интрамедуллярными опухолями, а также в качестве косвенных показателей для подбора и расширения объема реабилитационной терапии.

2. Комплексное проведение ранней реабилитации показано пациентам после удаления интрамедуллярных опухолей при условии отсутствия послеоперационных осложнений.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1. Модифицированная шкала McCormick

I	Нет неврологического дефицита, нормальная походка, минимальная дизестезия
II	Легкий моторный или сенсорный дефицит, функциональная независимость
III	Средний дефицит, ограничение функций, независим от посторонней помощи
IV	Грубый моторный или сенсорный дефицит, ограничение функций, зависим от посторонних
V	Параплегия или квадриплегия, даже с минимальными движениями

### Приложение 2. Шкала оценки глубокой чувствительности Fugl-Meyer

0	Грубое нарушение чувствительности (больной не может определить направление движений в суставах)
1	Значительное нарушение чувствительности по сравнению с ощущением в непораженной конечности, но по крайней мере $\frac{3}{4}$ ответов правильные
2	Все ответы правильные, незначительное или полное отсутствие различий в нарушении чувствительности по сравнению с непораженной конечностью

**В классическом варианте приводится оценка глубокой чувствительности по 8 исследуемым суставам: плечевому, локтевому, лучезапястному, большому пальцу, тазобедренному, коленному, голеностопному и пальцам стопы**

### Приложение 3. Шкала оценки нейропатической боли DN4

#### Опросник DN4

Didier Bouhassiraa, \*, Nadine Attala, et al, Pain 114 (2005) 29–36

Пожалуйста, заполните этот опросник, отметив галочкой один ответ для каждого пункта в приведенных ниже 4 вопросах.

Вопрос 1: Соответствует ли боль, которую испытывает пациент, одному или нескольким из следующих определений?

1. Ощущение жжения
2. Болезненное ощущение холода
3. Ощущение как от ударов током

Вопрос 2: Сопровождается ли боль одним или несколькими из следующих симптомов в области ее локализации?

4. Пощипыванием, ощущением ползания мурашек
5. Покалыванием
6. Онемением
7. Зудом

Вопрос 3: Локализована ли боль в той же области, где осмотр выявляет один или оба следующих симптома:

8. Пониженная чувствительность к прикосновению
9. Пониженная чувствительность к покалыванию

Вопрос 4: Можно ли вызвать или усилить боль в области ее локализации:

10. проведя в этой области кисточкой

Сумма баллов (количество ответов «Да»): \_\_\_\_\_

Если сумма составляет 4 и более баллов, это указывает на то, что боль у пациента является нейропатической, или имеется нейропатический компонент боли (при смешанных ноцицептивно-нейропатических болевых синдромах).

## Приложение 4. Шкала адаптации оперированных больных SCIM III

### Шкала SCIM III (spinal cord independence measure)

#### Самообслуживание

--	--	--	--	--	--

##### 1. Кормление

(нарезание, открытие контейнеров, наливание, способность донести еду до рта, удержание чашки с жидкостью)

0. Нуждается в парентеральном питании, гастростомии, или полностью нуждается в ассистенции при оральном питании.
1. Нуждается в частичной ассистенции для кормления/питья или в ношении адаптивных приспособлений
2. Ест независимо от посторонней помощи; нуждается в адаптивных приспособлениях или помощи только для нарезания еды и/или наливания и/или открывания контейнеров
3. Питается и пьет независимо; не нуждается в ассистенции или специальных приспособлениях.

##### 2. Купание

(намыливание, мытье тела и головы, вытирание тела и головы, манипуляция с кранами)

--	--	--	--	--	--

**A – верхняя часть тела; B – нижняя часть тела**

- A. 0. Нуждается в полной ассистенции
  1. Нуждается в частичной ассистенции
  2. Купается без посторонней помощи со специальными приспособлениями либо в специальных условиях
  3. Купается независимо; не требуется специальных приспособлений или специальных условий
- B. 0. Нуждается в полной ассистенции
  1. Нуждается в частичной ассистенции
  2. Купается без посторонней помощи со специальными приспособлениями либо в специальных условиях
  3. Купается независимо; не требуется специальных приспособлений или специальных условий

##### 3. Одевание

(одежда, обувь, ортезы для постоянного ношения: одевание, ношение, раздевание). **A – верхняя часть тела; B – нижняя часть тела**

--	--	--	--	--	--

- A. 0. Нуждается в полной ассистенции
  1. Нуждается в частичной ассистенции с одеждой без кнопок, молнии или шнурков
  2. Независим при одевании с застежками; нуждается в специальных приспособлениях или условиях
  3. Независим при одевании с застежками; не нуждается в специальных условиях; необходима помощь или специальные условия только для застежек
  4. Одевается (любая одежда) независимо; нет необходимости в специальных приспособлениях или специальных условиях
- B. 0. Нуждается в полной ассистенции
  1. Нуждается в частичной ассистенции с одеждой без кнопок, молнии или шнурков
  2. Независим при одевании с застежками; нуждается в специальных приспособлениях или условиях.
  3. Независим при одевании с застежками; не нуждается в специальных условиях; необходима помощь или специальные условия только для застежек
  4. Одевается (любая одежда) независимо; нет необходимости в специальных приспособлениях или специальных условиях

##### 4. Уход

(мытьё рук, умывание, чистка зубов, расчесывание, бритьё, нанесение макияжа)

--	--	--	--	--	--

0. Нуждается в полной ассистенции
1. Нуждается в частичной ассистенции
2. Осуществляет уход самостоятельно при помощи специальных приспособлений
3. Осуществляет уход независимо от посторонней помощи без специальных приспособлений

*Промежуточный итог (0-20)*

#### Дыхание и управление сфинктерами

--	--	--	--	--	--

##### 5. Дыхание

0. Нуждается в трахеостоме и в постоянной или интермиттирующей вспомогательной вентиляции
2. Дышит независимо с трахеостомой; необходим кислород, необходима помощь при чихании и уходе за трахеостомой
4. Дышит независимо с трахеостомой; необходима небольшая помощь при чихании или уходе за трахеостомой
6. Дышит независимо без трахеостомы; необходим кислород, помощь при кашле, вентиляция в режиме РЕЕР или неинвазивная вентиляция (ВІРАР)
8. Дышит независимо без трахеостомы; нуждается в помощи или стимуляции при кашле
10. Дышит независимо без помощи и без вспомогательной вентиляции

##### 6. Управление сфинктерами – мочевого пузыря

--	--	--	--	--	--

0. Постоянный катетер
3. Остаточный объем мочи (ООМ) > 100мл; без регулярной катетеризации или периодическая интермиттирующая катетеризация
6. ООМ < 100мл; или интермиттирующая самостоятельная катетеризация; необходима помощь при установке катетера

- 9. Интермиттирующая самостоятельная катетеризация; использует наружные дренирующие системы, не нуждается в помощи при установке
- 11. Интермиттирующая самостоятельная катетеризация, удерживает мочу между катетеризациями, не использует инструменты для наружного дренирования
- 13. OOM<100мл, нуждается только в наружном дренировании, не требуется помощи для дренирования
- 15. OOM<100мл, удерживает мочу; не использует инструменты для наружного дренирования

#### 7. Управление сфинктерами – кишечник

--	--	--	--	--	--

- 0. Не регулярный или очень редкий стул (менее одного раза в 3 дня)
- 5. Регулярный по времени, но нуждается в стимуляции (использование суппозиториев); редкий случай недержания (менее 2х раз в месяц)
- 8. Регулярный стул, без помощи; редкие случаи недержания (менее 2х раз в месяц)
- 10. Регулярный стул, без помощи, не бывает недержания

#### 8. Пользование туалетом

--	--	--	--	--	--

(гигиена, раздевание/одевание), использование салфеток/подгузников

- 0. Нуждается в полной ассистенции
- 1. Нуждается в частичной помощи; не может осуществлять гигиену
- 2. Нуждается в частичной помощи; осуществляет гигиену самостоятельно
- 4. Пользуется туалетом самостоятельно, но требуются специальные приспособления и условия
- 5. Пользуется туалетом самостоятельно, не требуется специальных условий и приспособлений

#### Промежуточный итог (0-40)

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

#### 9. Передвижение (комната и туалет)

0. Необходима ассистенция при всех видах активности: поворачивание верхней части тела в кровати, поворачивание нижней части тела в кровати, сидение в кровати, подъем из кресла-коляски, с/без специальных устройств

- 2. Выполняет один вид активности без помощи
- 4. Выполняет два или три вида активности без помощи
- 6. Выполняет все перевороты в кровати и все виды активности с малым весом независимо

--	--	--	--	--	--

#### 10. Перемещение: кровать – кресло-коляска

(остановка кресла-коляски, поднятие подножек, перемещение и регулирование подлокотников, перемещение, поднятие стоп)

- 0. Нуждается в полной ассистенции
- 1. Необходима частичная ассистенция и/или присмотр, и/или специальные устройства
- 2. Независим (не нуждается в кресле-коляске)

--	--	--	--	--	--

#### 11. Перемещение: кресло-коляска-туалет-ванна

(при использовании в туалете кресла-коляски: перемещение в/из; при постоянном использовании кресла-коляски : блокировка кресла-коляски, опускание подножек, удаление и закрепление подлокотников, передвижение, фиксация стоп)

- 0. Нуждается в полной ассистенции
- 1. Нуждается в частичной помощи и/или уходе, и/или в подручных приспособлениях (поручнях)
- 2. Независим (или не нуждается в кресле-коляске)

--	--	--	--	--	--

#### Передвижение (в помещении и за пределами помещения, по полу)

##### 12. Передвижение в помещении

--	--	--	--	--	--

- 0. Нуждается в полной ассистенции
- 1. Нуждается в электрической кресле-коляске или частичной ассистенции при управлении ручным креслом коляской
- 2. Передвигается самостоятельно в ручной кресле-коляске
- 3. Нуждается в присмотре во время ходьбы (с или без приспособлений)
- 4. Передвигается с опорой на ходунки или на 2 костыля
- 5. Передвигается с костылями или 2-мя палками
- 6. Передвигается с опорой на одну палку
- 7. Необходимость только в ортезах
- 8. Передвигается без помощи

##### 13. Передвижение на среднюю дистанцию (10-100 метров)

--	--	--	--	--	--

- 0. Нуждается в полной ассистенции
- 1. Нуждается в электрической кресле-коляске или частичной ассистенции при управлении ручным креслом
- 2. Передвигается самостоятельно в ручной кресле-коляске
- 3. Нуждается в присмотре во время ходьбы (с или без приспособлений)

4. Передвигается с опорой на ходунки или на 2 костыля
5. Передвигается с костылями или 2-мя палками
6. Передвигается с опорой на одну палку
7. Необходимость только в ортезах
8. Передвигается без помощи

**14. Передвижение на улице (более 100 метров)**

--	--	--	--	--	--

0. Нуждается в полной ассистенции
1. Нуждается в электрической кресле-коляске или частичной ассистенции при управлении ручным креслом
2. Передвигается самостоятельно в ручной кресле-коляске
3. Нуждается в присмотре во время ходьбы (с или без приспособлений)
4. Передвигается с опорой на ходунки или на 2 костыля
5. Передвигается с костылями или 2-мя палками
6. Передвигается с опорой на одну палку
7. Необходимость только в ортезах
8. Передвигается без помощи

--	--	--	--	--	--

**15. Перемещение по ступенькам**

0. Неспособен подниматься/спускаться по ступеням
1. Поднимается и спускается минимум на 3 ступени с поддержкой или под присмотром
2. Поднимается и спускается минимум на 3 ступени с опорой на перила и/или на костыли
3. Поднимается/спускается минимум на 3 ступени без поддержки и без присмотра

--	--	--	--	--	--

**16 Передвижение: кресло-коляска**

(добраться до машины, собрать кресло-коляску, убрать подлокотники и подножку, перемещение до машины и от машины, укладка кресла-коляски в машину/доставание из машины)

0. Нуждается в полной ассистенции
1. Нуждается в частичной помощи и/или присмотре и/или специальных устройствах
2. Перемещается независимо от посторонней помощи, не нуждается в специальных устройствах (или не нуждается в кресле-коляске)

--	--	--	--	--	--

**17. Передвижение: земля-кресло-коляска**

0. Нуждается в помощи
1. Перемещается независимо с или без специальных устройств (или не нуждается в кресле-коляске).

--	--	--	--	--	--

**Промежуточный итог (0-40)**

--	--	--	--	--	--

**Общий итог (0-100)**

--	--	--	--	--	--

## Приложение 5. Опросник Освестри

### Опросник Освестри 2.1а

ФИО \_\_\_\_\_

Год рождения \_\_\_\_\_

дата заполнения \_\_\_\_\_

**Инструкция.** Пожалуйста, заполните эту анкету. Она предназначена для того, чтобы мы могли понять, каким образом Ваши проблемы со спиной (или ногой) нарушают способность выполнять обычные в жизни действия. Пожалуйста, в каждом разделе отметьте только один квадрат, который соответствует утверждению, наиболее близкому Вашему состоянию сегодня.

#### РАЗДЕЛ 1. Интенсивность боли

- В настоящее время у меня нет боли.
- В настоящее время боль очень легкая.
- В настоящее время боль умеренная.
- В настоящее время боль весьма сильная.
- В настоящее время боль очень сильная.
- В настоящее время боль настолько сильна, что трудно себе представить.

#### РАЗДЕЛ 2. Самообслуживание (например, умывание, одевание)

- Я могу нормально о себе заботиться, и это не вызывает особой боли.
- Я могу нормально о себе заботиться, но это весьма болезненно.
- Чтобы заботиться о себе, я вынужден из-за боли быть медлительным и осторожным.
- Чтобы заботиться о себе, я вынужден обращаться за некоторой посторонней помощью, хотя большую часть действий могу выполнять самостоятельно.
- Чтобы заботиться о себе, я вынужден обращаться за посторонней помощью при выполнении большей части действий.
- Я не могу одеться, с трудом умываюсь и остаюсь в постели.

#### РАЗДЕЛ 3. Поднятие предметов

- Я могу поднимать тяжелые предметы без особой боли.
- Я могу поднимать тяжелые предметы, но это вызывает усиление боли.
- Боль не дает мне поднимать тяжелые предметы с пола, но я могу с ними обращаться, если они удобно расположены (например, на столе).
- Боль не дает мне поднимать тяжелые предметы, но я могу обращаться с легкими или средними по весу предметами, если они удобно расположены (например, на столе).
- Я могу поднимать только очень легкие предметы.
- Я вообще не могу поднимать или носить что-либо.

#### РАЗДЕЛ 4. Ходьба

- Боль не мешает мне ходить на любые расстояния.
- Боль не позволяет мне пройти более 1 километра.
- Боль не позволяет мне пройти более 500 метров.
- Боль не позволяет мне пройти более 100 метров.
- Я могу ходить только при помощи трости или костылей.
- Я большую часть времени нахожусь в постели и вынужден ползком добираться до туалета.

#### РАЗДЕЛ 5. Положение сидя

- Я могу сидеть на любом стуле столько, сколько захочу.
- Я могу сидеть столько, сколько захочу, только на моем любимом стуле.
- Боль не позволяет мне сидеть более 1 часа.
- Боль не позволяет мне сидеть более чем 1/2 часа.
- Боль не позволяет мне сидеть более чем 10 минут.
- Боль совсем лишает меня возможности сидеть.

#### РАЗДЕЛ 6. Положение стоя

- Я могу стоять столько, сколько захочу, без особой боли.
- Я могу стоять столько, сколько захочу, но при этом боль усиливается.
- Боль не позволяет мне стоять более 1 часа.
- Боль не позволяет мне стоять более 1/2 часа.
- Боль не позволяет мне стоять более 10 минут.
- Боль совсем лишает меня возможности стоять.

#### РАЗДЕЛ 7. Сон

- Мой сон никогда не прерывается из-за боли.
- Мой сон редко прерывается из-за боли.
- Из-за боли я сплю менее 6 часов.
- Из-за боли я сплю менее 4 часов.
- Из-за боли я сплю менее 2 часов.
- Боль совсем лишает меня возможности спать.

#### РАЗДЕЛ 8. Сексуальная жизнь (если возможна)

- Моя сексуальная жизнь нормальна и не вызывает особой боли.
- Моя сексуальная жизнь нормальна, но немного усиливает боль.
- Моя сексуальная жизнь почти нормальна, но значительно усиливает боль.
- Моя сексуальная жизнь существенно ограничена из-за боли.
- У меня почти нет сексуальной жизни из-за боли.
- Боль полностью лишает меня сексуальных отношений.

#### РАЗДЕЛ 9. Досуг

- Я могу нормально проводить досуг и не испытываю при этом особой боли.
- Я могу нормально проводить досуг, но испытываю усиление боли.
- Боль не оказывает значительного влияния на мой досуг, за исключением интересов, требующих наибольшей активности, таких, как спорт, танцы и т.д.
- Боль ограничивает мой досуг, я часто не выхожу из дома.
- Боль ограничивает мой досуг пределами моего дома.
- Боль лишает меня досуга.

#### РАЗДЕЛ 10. Поездки

- Я могу ездить куда угодно без боли.
- Я могу ездить куда угодно, но это вызывает усиление боли.
- Несмотря на сильную боль, я выдерживаю поездки в пределах 2 часов.
- Боль сокращает мои поездки менее чем до 1 часа.
- Боль сокращает самые необходимые поездки до 30 минут.

Результат: \_\_\_\_\_ × 100 = %.

Подсчет результата: каждому разделу может соответствовать от 0 до 5 баллов; если отмечено первое утверждение, то раздел оценивается в 0 баллов, если отмечено последнее утверждение, то в 5 баллов.

Если заполнены все 10 разделов, то общий результат подсчитывается в соответствии со следующим примером:

$$\frac{16 \text{ (сумма баллов)}}{50 \text{ (максимально возможная сумма баллов)}} \times 100 = 32,0 \%$$

Если один раздел пропущен, или непригоден для оценки:

$$\frac{16 \text{ (сумма баллов)}}{45 \text{ (максимально возможная сумма баллов)}} \times 100 = 35,5 \%$$

### Приложение 6. Шестибалльная шкала оценки мышечной силы (MRS-scale)

0 баллов	нет произвольных движений
1 балл	едва заметные сокращения мышц
2 балла	объём движений значительно снижен, движения возможны без преодоления силы тяжести
3 балла	значительное сокращение объёма движений, мышцы способны преодолеть силу тяжести
4 балла	легкое снижение силы мышц
5 баллов	полный объём движений

### Приложение 7. Шкала оценки мышечной силы ASIA motor score

**ASIA motor score**

	Пр.	Лев.	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>КЛЮЧЕВЫЕ МЫШЕЧНЫЕ ГРУППЫ</b>
C2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
C3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
C4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
C5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Сгибатели предплечья
C6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Разгибатели запястья
C7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Разгибатели предплечья
C8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Сгибатели дист. фаланги III пальца
T1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Абдукторы мизинца
T2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
L1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Сгибатели бедра
L2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Разгибатели колена
L3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Тыльные сгибатели стопы
L4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Разгибатели большого пальца
L5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Подожвенные сгибатели стопы
S1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
S2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
S3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
S4-5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

0 = полный паралич  
 1 = пальпируемое или видимое сокращение  
 2 = активное движение, не преодолевающее силу тяжести  
 3 = активное движение, преодолевающее силу тяжести  
 4 = активное движение, преодолевающее некое сопротивление  
 5 = активное движение, преодолевающее полное сопротивление  
 NT = не тестировалось

СУММА  +  =  ДВИЖЕНИЕ  
 (МАКСИМУМ) (50) (50) (100)

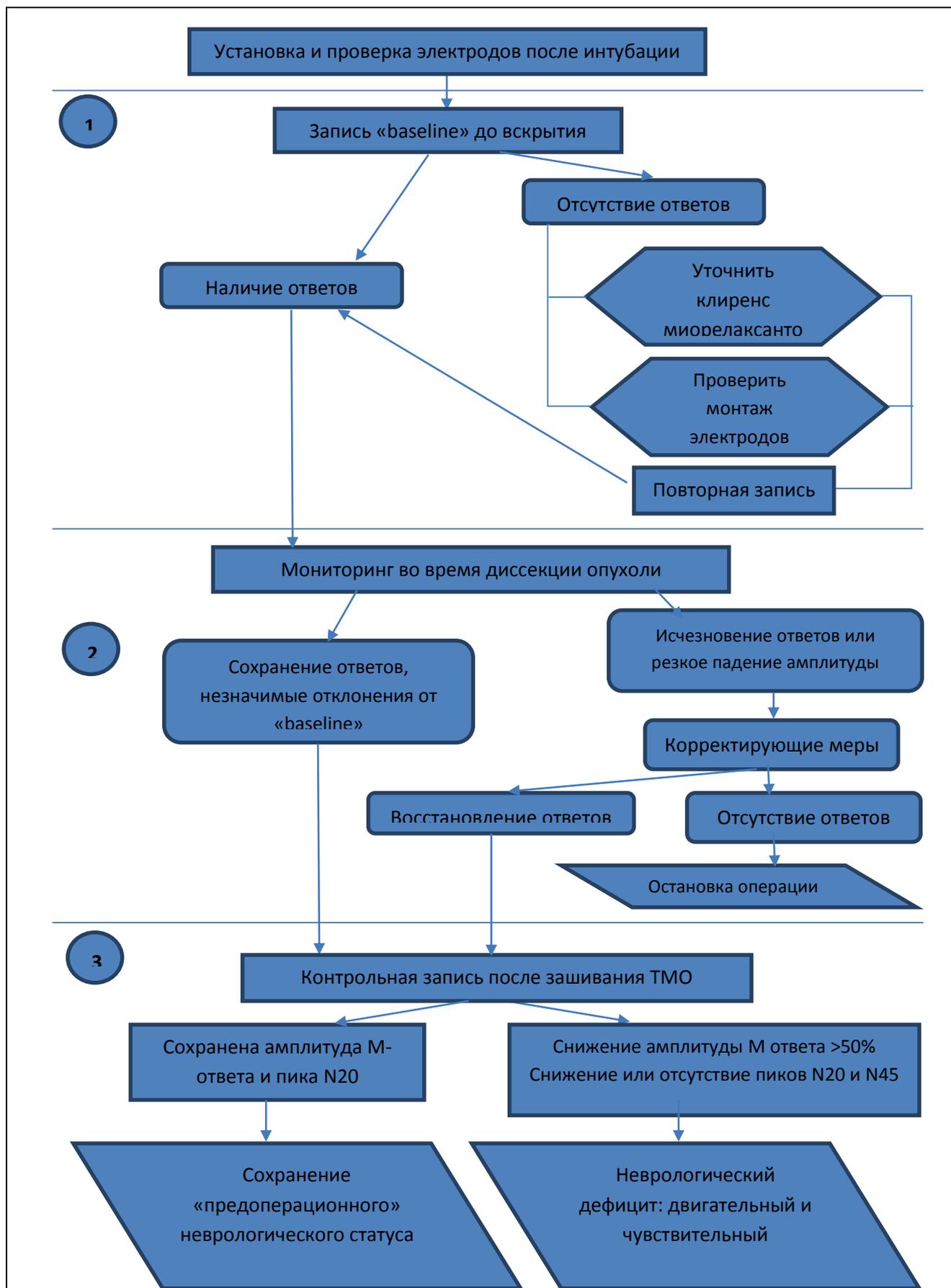
### Приложение 8. Шкала оценки мышечной спастичности Ashworth

Балл	Описание тонуса
0	Тонус не изменен
1	Легкое повышение тонуса, ощущаемое при сгибании или разгибании сегмента конечности в виде незначительного сопротивления в конце движения
1+	Незначительное повышение тонуса в виде сопротивления, возникающего после выполнения не менее половины объема движений
2	Умеренное повышение тонуса, выявляющееся в течение всего движения, но не затрудняющее выполнение пассивных движений
3	Значительное повышение тонуса, затрудняющее выполнение пассивных движений
4	Пораженный сегмент конечности фиксирован в положении сгибания или разгибания

### Приложение 9. Индекс ходьбы Хаузера (Hauser Ambulation Index)

Градации	Пояснения
0	Симптомов болезни нет, активен в полном объеме
1	Ходит нормально, но отмечает утомляемость при спортивных или иных физических нагрузках
2	Нарушения походки или эпизодические нарушения равновесия; расстройства ходьбы замечают родственники или друзья; может пройти 8 метров за 10 секунд или быстрее
3	Ходит без посторонней помощи и вспомогательных средств; может пройти 8 метров за 20 секунд или быстрее
4	При ходьбе требуется поддержка с одной стороны (клюшка или один костыль); проходит 8 метров за 25 секунд или быстрее
5	При ходьбе необходима поддержка с 2х сторон (палки, костыли) и проходит 8 метров за 25 секунд или быстрее; или необходима поддержка с одной стороны, но для прохождения 8 метров требуется более 25 секунд
6	Требуется двусторонняя поддержка и более 20 секунд для прохождения 8 метров; может иногда пользоваться инвалидной коляской
7	Ходьба ограничивается несколькими шагами с двусторонней поддержкой; не может пройти 8 метров; может пользоваться инвалидной коляской для большей мобильности
8	Прикован к инвалидной коляске; может с ее помощью передвигаться самостоятельно
9	Прикован к инвалидной коляске; не может с ее помощью передвигаться самостоятельно

## Приложение 10. Алгоритм проведения интраоперационного мониторинга



**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Белова А.Н. Шкалы, тесты и опросники в неврологии и нейрохирургии.// Самара.: Изд-во «Самарский дом печати», 2004.
2. Белова А.Н., Прокопенко С.В. Нейрореабилитация. Руководство для врачей. 3-е изд 2010, Москва.
3. Беляев В.И. Травма спинного мозга (диагностика, электростимуляционное и восстановительное лечение). М.: Владмо, 2001: с. 149-211.
4. Гнездицкий В.В., Корепина О.С. Атлас по вызванным потенциалам мозга. Иваново: Изд.-полигр. комплекс "ПресСто", 2011.
5. Грушина Т.И. Физиотерапия у онкологических больных. М.: Медицина, 2001: с. 15-67.
6. Гусев Е.И. Неврология. Национальное руководство 2009, Москва: "ГЭОТАР-Медиа", с. 316-317.
7. Данилов А.Б., Давыдов О.С. Диагностические шкалы для оценки невропатической боли. Боль, 2007. №3(16): с. 11-15.
8. Евзиков Г.Ю. Клиника, диагностика и тактика лечения опухолей спинного мозга. Неврологический журнал, 2006. 11(2): с. 4-11.
9. Евзиков Г.,Ю. Хирургическое лечение спинальных внутримозговых опухолей. Научно-исследовательский институт скорой помощи, 2003: Москва, с. 253
10. Елифанов В.А., Прокопьев Н.Я. Лечебная физкультура в неврологии и нейрохирургии // Учебное пособие, 1992, М: Медицина, с. 43.
11. Кадыков А.С., Черникова Л.А., Шахпаронова Н.В. Реабилитация неврологических больных, 2009, Москва: МЕДпресс-информ, с. 564.

12. Касаткина Л.Ф., Гильванова О.В. Электромиографические методы исследования в диагностике нервномышечных заболеваний. Игольчатая электромиография. М.: Медика, 2010.
13. Киндаров З.Б. Диагностика интрамедуллярных опухолей с целью выработки тактики лечения. Научно-исследовательский институт нейрохирургии РАМН, 2004: Москва, с. 144.
14. Кушель Ю.В. Хирургия интрамедуллярных опухолей: анализ результатов, факторов риска и осложнений. Научно-исследовательский институт нейрохирургии РАМН, 2007: Москва, с. 151.
15. Мошков В.Н. Лечебная физкультура в клинике нервных болезней, 1972, Москва, с. 124.
16. Никитин С.С., Куренков А.Л. Магнитная стимуляция в диагностике и лечении болезней нервной системы. Руководство для врачей 2003: САШКО, с. 18-23.
17. Новиков А.В., Яхно Н. Н. Невропатическая боль, патофизиологические механизмы и принципы терапии. Рус. мед. журнал, 2001(7-8): с. 318-327.
18. Писаревская Е.С. Лечебная физкультура в системе реабилитации больных с деструктивными поражениями позвоночника после оперативного лечения на стационарном этапе. // Автореф. дис...канд. мед. наук 2003.
19. Сосин И.Н., Кариев М.Х. Физиотерапия в хирургии, травматологии и нейрохирургии, 1994, Ташкент: Издательско-полиграфическое объединение имени Ибн Сино.
20. Ступак В.В., Шабанов, С.В., Пендюрин, И.В., Цветовский С.Б. и др. Интрамедуллярные эпендимомы: отдаленные результаты хирургического лечения // Хирургия позвоночника. 2015. Т. 12(2): с. 61-66.

21. Черепанов Е.А. Русская версия опросника Освестри: культурная адаптация и валидность. Хирургия позвоночника, 2009(3): с. 93-98.
22. Черникова Л.А. Физиотерапия больных с центральными парезами.// Физиотерапия, бальнеология и реабилитация, 2003(№2): с. 42-48.
23. Черникова Л.А. Пластичность мозга и современные реабилитационные технологии. // Анналы клин. и эксперим. неврологии, 2007. (2): с. 40–47.
24. Черникова Л.А., Майорникова С.А., Козырева О.В. Роль метода биоуправления по стабิโลграмме в восстановлении функции ходьбы у больных с постинсультными гемипарезами.//Вопр. курортолог., физиотерапии и леч. физ. культуры, 2006(6): с. 17-19.
25. Черникова Л.А., Устинова К.И., Иоффе М.Е. и др. Биоуправление по стабילוграмме в клинике нервных болезней. Бюлл. СО РАМН, 2004: с. 85-91.
26. Черникова Л.А., Шарыпова, Т.Н., Разинкина, Т.П., Торопова Н.Г. Влияние нервно-мышечной электростимуляции на мышечный кровоток у больных с постинсультными гемипарезами.//Физиотерапия, бальнеология и реабилитация, 2003(№3): с. 23-26.
27. Шевелев И. Н., Гуца А. О. Дегенеративно-дистрофические заболевания шейного отдела позвоночника. М.: АБВ-Пресс, 2008.
28. Щекутьев Г.А. Нейрофизиологические исследования в клинике. М.: Антидор, 2001: с. 18-26.
29. Bauer P., et al. Functional electrical stimulation-assisted active cycling--therapeutic effects in patients with hemiparesis from 7 days to 6 months after stroke: a randomized controlled pilot study. Arch Phys Med Rehabil, 2015. 96(2): p. 188-96.

30. Berhouma M., et al. [Management of intramedullary spinal cord tumors: surgical considerations and results in 45 cases]. *Neurochirurgie*, 2009. 55(3): p. 293-302.
31. Berzon R., Hays R.D., and Shumaker S.A. International use, application and performance of health-related quality of life instruments. *Qual Life Res*, 1993. 2(6): p. 367-8.
32. Biering-Sorensen F., et al. International spinal cord injury upper extremity basic data set version 1.1. *Spinal Cord*, 2015.
33. Bouhassira D., et al. Comparison of pain syndromes associated with nervous or somatic lesions and development of a new neuropathic pain diagnostic questionnaire (DN4). *Pain*, 2005. 114(1-2): p. 29-36.
34. Bowers D.C. and Weprin B.E. Intramedullary Spinal Cord Tumors. *Curr Treat Options Neurol*, 2003. 5(3): p. 207-212.
35. Boyd S.G., et al. A method of monitoring function in corticospinal pathways during scoliosis surgery with a note on motor conduction velocities. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1986. 49(3): p. 251-7.
36. Bracken M.B., et al. Methylprednisolone or naloxone treatment after acute spinal cord injury: 1-year follow-up data. Results of the second National Acute Spinal Cord Injury Study. *J Neurosurg*, 1992. 76(1): p. 23-31.
37. Bracken M.B., et al. Administration of methylprednisolone for 24 or 48 hours or tirilazad mesylate for 48 hours in the treatment of acute spinal cord injury. Results of the Third National Acute Spinal Cord Injury Randomized Controlled Trial. National Acute Spinal Cord Injury Study. *JAMA*, 1997. 277(20): p. 1597-604.
38. Bracken M.B., et al. Methylprednisolone or tirilazad mesylate administration after acute spinal cord injury: 1-year follow up. Results of the third

National Acute Spinal Cord Injury randomized controlled trial. *J Neurosurg*, 1998. 89(5): p. 699-706.

39. Bragge P., et al. Developing a spinal cord injury research strategy using a structured process of evidence review and stakeholder dialogue. Part II: Background to a research strategy. *Spinal Cord*, 2015.

40. Brotchi J. Intrinsic spinal cord tumor resection. *Neurosurgery*, 2002. 50(5): p. 1059-63.

41. Brotchi J., et al. A survey of 65 tumors within the spinal cord: surgical results and the importance of preoperative magnetic resonance imaging. *Neurosurgery*, 1991. 29(5): p. 651-6; discussion 656-7.

42. Brotchi J., Noterman J., and Baleriaux D. Surgery of intramedullary spinal cord tumours. *Acta Neurochir (Wien)*, 1992. 116(2-4): p. 176-8.

43. Calancie B., et al. "Threshold-level" multipulse transcranial electrical stimulation of motor cortex for intraoperative monitoring of spinal motor tracts: description of method and comparison to somatosensory evoked potential monitoring. *J Neurosurg*, 1998. 88(3): p. 457-70.

44. Catz A., et al. The Catz-Itzkovich SCIM: a revised version of the Spinal Cord Independence Measure. *Disabil Rehabil*, 2001. 23(6): p. 263-8.

45. Chang U.K., et al. Surgical outcome and prognostic factors of spinal intramedullary ependymomas in adults. *J Neurooncol*, 2002. 57(2): p. 133-9.

46. Chen Z. The effects of isoflurane and propofol on intraoperative neurophysiological monitoring during spinal surgery. *J Clin Monit Comput*, 2004. 18(4): p. 303-8.

47. Cheng C.H., et al. Long-term effects of therapeutic exercise on nonspecific chronic neck pain: a literature review. *J Phys Ther Sci*, 2015. 27(4): p. 1271-6.
48. Cheng J.S., et al. Intraoperative changes in transcranial motor evoked potentials and somatosensory evoked potentials predicting outcome in children with intramedullary spinal cord tumors. *J Neurosurg Pediatr*, 2014. 13(6): p. 591-9.
49. Choi I., et al. Combined muscle motor and somatosensory evoked potentials for intramedullary spinal cord tumour surgery. *Yonsei Med J*, 2014. 55(4): p. 1063-71.
50. Cooper P.R. and Epstein F. Radical resection of intramedullary spinal cord tumors in adults. Recent experience in 29 patients. *J Neurosurg*, 1985. 63(4): p. 492-9.
51. Craig A., et al. Adjustment following chronic spinal cord injury: Determining factors that contribute to social participation. *Br J Health Psychol*, 2015.
52. Deletis V., Isgum V., and Amassian V.E. Neurophysiological mechanisms underlying motor evoked potentials in anesthetized humans. Part 1. Recovery time of corticospinal tract direct waves elicited by pairs of transcranial electrical stimuli. *Clin Neurophysiol*, 2001. 112(3): p. 438-44.
53. Deletis V., Rodi Z., and Amassian V.E. Neurophysiological mechanisms underlying motor evoked potentials in anesthetized humans. Part 2. Relationship between epidurally and muscle recorded MEPs in man. *Clin Neurophysiol*, 2001. 112(3): p. 445-52.
54. Deletis V. and Sala F. Intraoperative neurophysiological monitoring of the spinal cord during spinal cord and spine surgery: a review focus on the corticospinal tracts. *Clin Neurophysiol*, 2008. 119(2): p. 248-64.

55. Domingo A. and Lam T. Reliability and validity of using the Lokomat to assess lower limb joint position sense in people with incomplete spinal cord injury. *J Neuroeng Rehabil*, 2014. 11(1): p. 167.
56. Eager M., et al. Intraoperative neuromonitoring: lessons learned from 32 case events in 2095 spine cases. *Evid Based Spine Care J*, 2010. 1(2): p. 58-61.
57. Epstein F.J., Farmer J.P., and Freed D. Adult intramedullary astrocytomas of the spinal cord. *J Neurosurg*, 1992. 77(3): p. 355-9.
58. Epstein F.J., Farmer J.P., and Freed D. Adult intramedullary spinal cord ependymomas: the result of surgery in 38 patients. *J Neurosurg*, 1993. 79(2): p. 204-9.
59. Ferrante L., et al. Intramedullary spinal cord ependymomas--a study of 45 cases with long-term follow-up. *Acta Neurochir (Wien)*, 1992. 119(1-4): p. 74-9.
60. Field-Fote E.C. Exciting recovery: augmenting practice with stimulation to optimize outcomes after spinal cord injury. *Prog Brain Res*, 2015. 218: p. 103-26.
61. Fischer G. and Brotchi J. *Intramedullary spinal cord tumors 1996*: Thieme.
62. Fugl-Meyer A.R., et al. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med*, 1975. 7(1): p. 13-31.
63. Ghadirpour R., et al. Intraoperative neurophysiological monitoring for intradural extramedullary tumors: why not? *Clin Neurol Neurosurg*, 2015. 130: p. 140-9.
64. Glasker S. Central nervous system manifestations in VHL: genetics, pathology and clinical phenotypic features. *Fam Cancer*, 2005. 4(1): p. 37-42.
65. Gonzalez A.A., et al. Intraoperative neurophysiological monitoring during spine surgery: a review. *Neurosurg Focus*, 2009. 27(4): p. E6.

66. Harrington P.R. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am*, 1962. 44-A: p. 591-610.
67. Hirano K., et al. Primary spinal cord tumors: review of 678 surgically treated patients in Japan. A multicenter study. *Eur Spine J*, 2012. 21(10): p. 2019-26.
68. Hunt S.M. International development of the Quality of Life in Depression Scale (Qlds). *J Affect Disord*, 2004. 80(1): p. 95-6.
69. Hyun S.J. and Rhim S.C. Combined motor and somatosensory evoked potential monitoring for intramedullary spinal cord tumor surgery: correlation of clinical and neurophysiological data in 17 consecutive procedures. *Br J Neurosurg*, 2009. 23(4): p. 393-400.
70. Innocenzi G., et al. Intramedullary astrocytomas and ependymomas in the pediatric age group: a retrospective study. *Childs Nerv Syst*, 1996. 12(12): p. 776-80.
71. Itzkovich M., et al. The Spinal Cord Independence Measure (SCIM) version III: reliability and validity in a multi-center international study. *Disabil Rehabil*, 2007. 29(24): p. 1926-33.
72. Jellinek D., Jewkes D., and Symon L. Noninvasive intraoperative monitoring of motor evoked potentials under propofol anesthesia: effects of spinal surgery on the amplitude and latency of motor evoked potentials. *Neurosurgery*, 1991. 29(4): p. 551-7.
73. Kalkman C.J., et al. Effects of propofol, etomidate, midazolam, and fentanyl on motor evoked responses to transcranial electrical or magnetic stimulation in humans. *Anesthesiology*, 1992. 76(4): p. 502-9.
74. Kearse L.A., Jr., et al. Loss of somatosensory evoked potentials during intramedullary spinal cord surgery predicts postoperative neurologic deficits in motor function [corrected]. *J Clin Anesth*, 1993. 5(5): p. 392-8.

75. Kelly D.L., Jr., Goldring S., and O'Leary J.L. Averaged Evoked Somatosensory Responses from Exposed Cortex of Man. *Arch Neurol*, 1965. 13: p. 1-9.
76. Kirshblum S., et al. Rehabilitation of persons with central nervous system tumors. *Cancer*, 2001. 92(4 Suppl): p. 1029-38.
77. Kirshblum S.C., et al. Spinal cord injury medicine. 3. Rehabilitation phase after acute spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*, 2007. 88(3 Suppl 1): p. S62-70.
78. Klekamp J. Treatment of intramedullary tumors: analysis of surgical morbidity and long-term results. *J Neurosurg Spine*, 2013. 19(1): p. 12-26.
79. Klekamp J. and Samii M. *Surgery of spinal tumors 2007*: Springer Science & Business Media.
80. Kodama K., et al. Conjunct SEP and MEP monitoring in resection of infratentorial lesions: lessons learned in a cohort of 210 patients. *J Neurosurg*, 2014. 121(6): p. 1453-61.
81. Kose N., et al. Early rehabilitation improves neurofunctional outcome after surgery in children with spinal tumors. *Neural Regen Res*, 2014. 9(2): p. 129-34.
82. Kothbauer K., Deletis V., and Epstein F.J. Intraoperative spinal cord monitoring for intramedullary surgery: an essential adjunct. *Pediatr Neurosurg*, 1997. 26(5): p. 247-54.
83. Kothbauer K.F., Intraoperative neurophysiological monitoring for spinal cord surgery. *European Neurological Review*, 2008. 3(1): p. 56-58.
84. Kothbauer K.F., Deletis V., and Epstein F.J. Motor-evoked potential monitoring for intramedullary spinal cord tumor surgery: correlation of clinical and

neurophysiological data in a series of 100 consecutive procedures. *Neurosurg Focus*, 1998. 4(5): p. e1.

85. Kumar R. and Banerjee S. Management and functional outcome of intramedullary spinal cord tumors: A prospective clinical study. *Asian J Neurosurg*, 2014. 9(4): p. 177-81.

86. Lesser R.P., et al. Postoperative neurological deficits may occur despite unchanged intraoperative somatosensory evoked potentials. *Ann Neurol*, 1986. 19(1): p. 22-5.

87. Levy W.J., et al. Motor evoked potentials from transcranial stimulation of the motor cortex in humans. *Neurosurgery*, 1984. 15(3): p. 287-302.

88. Li D., et al. Intramedullary medullocervical ependymoma--surgical treatment, functional recovery, and long-term outcome. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2013. 53(10): p. 663-75.

89. Lu X., et al. Effects of training on upper limb function after cervical spinal cord injury: a systematic review. *Clin Rehabil*, 2015. 29(1): p. 3-13.

90. Macdonald D.B. Intraoperative motor evoked potential monitoring: overview and update. *J Clin Monit Comput*, 2006. 20(5): p. 347-77.

91. Macdonald D.B., et al. Intraoperative motor evoked potential monitoring - a position statement by the American Society of Neurophysiological Monitoring. *Clin Neurophysiol*, 2013. 124(12): p. 2291-316.

92. Machida M., et al. Spinal cord monitoring. Electrophysiological measures of sensory and motor function during spinal surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1985. 10(5): p. 407-13.

93. Malis L.I. Intramedullary spinal cord tumors. *Clin Neurosurg*, 1978. 25: p. 512-39.

94. McCormick P.C. and Stein B.M. Intramedullary tumors in adults. *Neurosurg Clin N Am*, 1990. 1(3): p. 609-30.
95. McCormick P.C., et al. Intramedullary ependymoma of the spinal cord. *J Neurosurg*, 1990. 72(4): p. 523-32.
96. McGirt M.J., et al. Neurological outcome after resection of intramedullary spinal cord tumors in children. *Childs Nerv Syst*, 2008. 24(1): p. 93-7.
97. McKinley W.O., Huang M.E., and Tewksbury M.A. Neoplastic vs. traumatic spinal cord injury: an inpatient rehabilitation comparison. *Am J Phys Med Rehabil*, 2000. 79(2): p. 138-44.
98. Menon N., et al. Ambulation following spinal cord injury and its correlates. *Ann Indian Acad Neurol*, 2015. 18(2): p. 167-70.
99. Merton P.A. and Morton H.B. Stimulation of the cerebral cortex in the intact human subject. *Nature*, 1980. 285(5762): p. 227.
100. Minahan R.E., et al. Anterior spinal cord injury with preserved neurogenic 'motor' evoked potentials. *Clin Neurophysiol*, 2001. 112(8): p. 1442-50.
101. Møller A.R. *Intraoperative neurophysiological monitoring* 2006: Springer.
102. Møller A.R. *Intraoperative neurophysiological monitoring*. 3rd ed 2011, New York: Springer. x, 403 p.
103. Morota N., et al. The role of motor evoked potentials during surgery for intramedullary spinal cord tumors. *Neurosurgery*, 1997. 41(6): p. 1327-36.
104. Munce S.E., et al. Impact of psychological characteristics in self-management in individuals with traumatic spinal cord injury. *Spinal Cord*, 2015.

105. Muramoto A., et al. The cutoff amplitude of transcranial motor evoked potentials for transient postoperative motor deficits in intramedullary spinal cord tumor surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2014. 39(18): p. E1086-94.
106. Nakamura M., et al. Long-term surgical outcomes for myxopapillary ependymomas of the cauda equina. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009. 34(21): p. E756-60.
107. New P.W., et al. International retrospective comparison of inpatient rehabilitation for patients with spinal cord dysfunction epidemiology and clinical outcomes. *Arch Phys Med Rehabil*, 2015. 96(6): p. 1080-7.
108. Nuwer M.R., et al. Evidence-based guideline update: intraoperative spinal monitoring with somatosensory and transcranial electrical motor evoked potentials: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology and the American Clinical Neurophysiology Society. *Neurology*, 2012. 78(8): p. 585-9.
109. Parsa A.T., et al. Intramedullary spinal cord tumors: molecular insights and surgical innovation. *Clin Neurosurg*, 2005. 52: p. 76-84.
110. Patton H.D. and Amassian V.E. Single and multiple-unit analysis of cortical stage of pyramidal tract activation. *J Neurophysiol*, 1954. 17(4): p. 345-63.
111. Pelosi L., et al. Intraoperative motor evoked potentials to transcranial electrical stimulation during two anaesthetic regimens. *Clin Neurophysiol*, 2001. 112(6): p. 1076-87.
112. Perry J. Rehabilitation of the neurologically disabled patient: principles, practice, and scientific basis. *J Neurosurg*, 1983. 58(6): p. 799-816.
113. Poretti A., et al. Long-term complications and quality of life in children with intraspinal tumors. *Pediatr Blood Cancer*, 2008. 50(4): p. 844-8.

114. Quinones-Hinojosa A., et al. Changes in transcranial motor evoked potentials during intramedullary spinal cord tumor resection correlate with postoperative motor function. *Neurosurgery*, 2005. 56(5): p. 982-93; discussion 982-93.
115. Raco A., et al. Long-term follow-up of intramedullary spinal cord tumors: a series of 202 cases. *Neurosurgery*, 2005. 56(5): p. 972-81; discussion 972-81.
116. Rafiaei M., et al. The gait and energy efficiency of stance control knee-ankle-foot orthoses: A literature review. *Prosthet Orthot Int*, 2015.
117. Raj V.S. and Lofton L. Rehabilitation and treatment of spinal cord tumors. *J Spinal Cord Med*, 2013. 36(1): p. 4-11.
118. Roland M. and Morris R. A study of the natural history of back pain. Part I: development of a reliable and sensitive measure of disability in low-back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1983. 8(2): p. 141-4.
119. Rosen B. and Lundborg G. Sensory re-education after nerve repair: aspects of timing. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2004. 36(1): p. 8-12.
120. Rossini P.M., et al. Applications of magnetic cortical stimulation. The International Federation of Clinical Neurophysiology. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl*, 1999. 52: p. 171-85.
121. Sala F., Lanteri P., and Bricolo A. Motor evoked potential monitoring for spinal cord and brain stem surgery. *Adv Tech Stand Neurosurg*, 2004. 29: p. 133-69.
122. Sala F., et al. Motor evoked potential monitoring improves outcome after surgery for intramedullary spinal cord tumors: a historical control study. *Neurosurgery*, 2006. 58(6): p. 1129-43; discussion 1129-43.

123. Sandalcioglu I.E., et al. Functional outcome after surgical treatment of intramedullary spinal cord tumors: experience with 78 patients. *Spinal Cord*, 2005. 43(1): p. 34-41.
124. Schwartz T.H. and McCormick P.C. Intramedullary ependymomas: clinical presentation, surgical treatment strategies and prognosis. *J Neurooncol*, 2000. 47(3): p. 211-8.
125. Shepard M.J. and Bracken M.B. The effect of methylprednisolone, naloxone, and spinal cord trauma on four liver enzymes: observations from NASCIS 2. National Acute Spinal Cord Injury Study. *Paraplegia*, 1994. 32(4): p. 236-45.
126. Sloan T.B. and Heyer E.J. Anesthesia for intraoperative neurophysiologic monitoring of the spinal cord. *J Clin Neurophysiol*, 2002. 19(5): p. 430-43.
127. Stein B.M. Intramedullary spinal cord tumors. *Clin Neurosurg*, 1983. 30: p. 717-41.
128. Stein B.M. and McCormick P.C. Intramedullary neoplasms and vascular malformations. *Clin Neurosurg*, 1992. 39: p. 361-87.
129. Tamaki T. and Kubota S. History of the development of intraoperative spinal cord monitoring. *Eur Spine J*, 2007. 16 Suppl 2: p. S140-6.
130. Tamaki T., et al. The prevention of iatrogenic spinal cord injury utilizing the evoked spinal cord potential. *Int Orthop*, 1981. 4(4): p. 313-7.
131. Tamaki T. and Yamane T. Proceedings: Clinical utilization of the evoked spinal cord action potential in spine and spinal cord surgery. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1975. 39(5): p. 539.

132. Taniguchi M., Cedzich C., and Schramm J. Modification of cortical stimulation for motor evoked potentials under general anesthesia: technical description. *Neurosurgery*, 1993. 32(2): p. 219-26.
133. Taniguchi M., et al. Effects of four intravenous anesthetic agents on motor evoked potentials elicited by magnetic transcranial stimulation. *Neurosurgery*, 1993. 33(3): p. 407-15; discussion 415.
134. Taricco M.A., et al. Surgical treatment of primary intramedullary spinal cord tumors in adult patients. *Arq Neuropsiquiatr*, 2008. 66(1): p. 59-63.
135. Vauzelle C., Stagnara P., and Jouvinroux P. Functional monitoring of spinal cord activity during spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res*, 1973(93): p. 173-8.
136. Verville R.E., et al. *Physical Education, Exercise, Fitness and Sports: Early PM&R Leaders Build a Strong Foundation*. PM R, 2015.
137. Wade D.T. Measurement in neurological rehabilitation. *Curr Opin Neurol Neurosurg*, 1992. 5(5): p. 682-6.
138. Woodforth I.J., et al. Variability of motor-evoked potentials recorded during nitrous oxide anesthesia from the tibialis anterior muscle after transcranial electrical stimulation. *Anesth Analg*, 1996. 82(4): p. 744-9.
139. Yang S., Yang X., and Hong G. Surgical treatment of one hundred seventy-four intramedullary spinal cord tumors. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009. 34(24): p. 2705-10.
140. Zadnik P.L., et al. Spinal cord tumours: advances in genetics and their implications for treatment. *Nat Rev Neurol*, 2013. 9(5): p. 257-66.
141. Zentner J. Noninvasive motor evoked potential monitoring during neurosurgical operations on the spinal cord. *Neurosurgery*, 1989. 24(5): p. 709-12.

142. Zileli M., et al. Surgery of intramedullary spinal cord tumors. Eur Spine J, 1996. 5(4): p. 243-50.

**Список работ, опубликованных авторов по теме диссертации:**

143. Буркова Е.А., Гуца А.О., Шахпаронова Н.В., Гнездицкий В.В., Федин П.А. Особенности восстановления и реабилитации пациентов после удаления интрамедуллярных опухолей. // Материалы Второй научно-практической конференции с международным участием 25-26 ноября 2014 года, г. Санкт-Петербург "Клиническая нейрофизиология и нейрореабилитация", с. 111-112.

144. Буркова Е.А., Гуца А.О., Шахпаронова Н.В., Гнездицкий В.В., Киреева Н.С. Современные методы реабилитации пациентов после удаления интрамедуллярных опухолей в раннем послеоперационном периоде // Материалы I Московской конференции с международным участием 4-5 июня 2015 года, г. Москва "Фундаментальная и клиническая неврология. Транскраниальная магнитная стимуляция: достижения и перспективы", с. 9-10.

145. Буркова Е.А., Гуца А.О., Шахпаронова Н.В., Федин П.А., и др., Интраоперационный нейрофизиологический мониторинг при удалении интрамедуллярных опухолей. // Вестник новых медицинских технологий 2015. 22(№1): с. 94-98.

146. Буркова Е.А., Гуца А.О., Шахпаронова Н.В., Федин, П.А., и др. Оценка эффективности интраоперационного мониторинга при удалении интрамедуллярных опухолей в раннем послеоперационном периоде.// Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал. М.: ИНФРА-М. V. 9. I. 2. с. 2-7, 2015. DOI: 10.12737/11570.

147. Буркова Е.А., Гуца А.О., Шахпаронова Н.В., Федин П.А., и др., Оценка эффективности реабилитации у пациентов после удаления

интрамедуллярных опухолей в раннем послеоперационном периоде.  
Клиническая неврология, 2015(№1): с. 3-9.