

ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ НЕВРОЛОГИЯ

Инновационные технологии в нейрореабилитации

*Под редакцией
профессора, доктора медицинских наук
Л.А. Черниковой*



Медицинское информационное агентство
Москва
2016

УДК 616.8-003
ББК 56.1
В77

В77 Восстановительная неврология: Инновационные технологии в нейро-
реабилитации / Под ред. Л.А. Черниковой. — М.: ООО «Издатель-
ство «Медицинское информационное агентство», 2016. — 344 с.: ил.
ISBN 978-5-9986-0269-6

В первой части книги раскрываются современные представления о двигательном контроле, а также теориях и подходах двигательного обучения, на основе которых возникли многие инновационные реабилитационные технологии, составляющие основу современной восстановительной неврологии. В этой же части обсуждаются современные взгляды на нейропластичность, в том числе на функциональные и структурные изменения в головном мозге человека, лежащие в основе механизма действия инновационных реабилитационных технологий. Во второй части книги рассмотрены основные инновационные технологии в нейрореабилитации, обсуждается механизм их действия, возможности и целесообразность применения при различных заболеваниях нервной системы.

Для неврологов, специалистов по нейрореабилитации и лечебной физкультуре, врачей восстановительной терапии, а также студентов старших курсов медицинских вузов, слушателей факультетов последипломного образования.

**УДК 616.8-003
ББК 56.1**

ISBN 978-5-9986-0269-6

© Черникова Л.А., 2016
© Коллектив авторов, 2016
© Оформление. ООО «Издательство
«Медицинское информационное
агентство», 2016

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой-либо форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ

П.Д. Бобров, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории математической нейробиологии обучения, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия.

А.С. Ключков, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения нейрореабилитации и физиотерапии, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр неврологии, Москва, Россия.

И.Б. Козловская, член-корр. РАН, доктор медицинских наук, заведующая отделом сенсомоторной физиологии и профилактики, Федеральное государственное бюджетное учреждение Государственный научный центр Российской Федерации Институт медико-биологических проблем РАН.

Ю.Е. Коржова, врач-невролог 6-го неврологического отделения, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр неврологии, Москва, Россия.

О.А. Мокиенко, кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник отделения нейрореабилитации и физиотерапии, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр неврологии, Москва, Россия.

М.А. Назарова, кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник отделения нейрореабилитации и физиотерапии, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр неврологии, Москва, Россия; младший научный сотрудник Центра нейроэкономики и когнитивных исследований, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия.

А.Г. Пойдашева, младший научный сотрудник отделения нейрореабилитации и физиотерапии, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр неврологии, Москва, Россия.

В.Ю. Рощин, ведущий инженер лаборатории математической нейробиологии обучения, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия.

И.В. Саенко, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела сенсомоторной физиологии и профилактики, Федеральное государственное бюджетное учреждение Государственный научный центр Российской Федерации Институт медико-биологических проблем РАН.

Р.М. Умарова, MD, leader of research Group Spatial Attention, Department of Neurology, University Medical Centre Freiburg, Freiburg, Germany.

К.И. Устинова, PhD, Professor, Physical Therapy Program, Central Michigan University, USA.

А.А. Фролов, профессор, доктор биологических наук, руководитель лаборатории математической нейробиологии обучения, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия.

А.В. Червяков, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения нейрореабилитации и физиотерапии, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр неврологии, Москва, Россия.

Л.А. Черникова, профессор, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отделения нейрореабилитации и физиотерапии, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр неврологии, Москва, Россия.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Сокращения	9
Предисловие	13

Часть I.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ НЕВРОЛОГИИ

Глава 1.	Структурная организация двигательного контроля и обучения (Л.А. Черникова)	18
1.1.	Общее понятие об уровнях обработки информации системы моторного контроля	18
1.2.	Структурные единицы ЦНС	19
1.3.	Соматосенсорная система.....	28
1.3.1.	Периферические рецепторы.....	28
1.3.2.	Периферические нервы	32
1.3.3.	Восходящие пути	33
1.3.4.	Таламус	35
1.3.5.	Соматосенсорная кора.....	37
1.4.	Двигательная система	40
1.5.	Мозжечок	47
1.6.	Базальные ганглии.....	50
1.7.	Ствол мозга.....	53
	Литература.....	56
Глава 2.	Двигательный контроль и нейрореабилитационные подходы (К.И. Устинова, Л.А. Черникова)	61
2.1.	Эволюция теорий двигательного контроля	61
2.2.	Нейрореабилитационные методы, основанные на теориях двигательного контроля.....	69
	Литература.....	76

Глава 3.	Двигательное обучение и его применение в нейрореабилитации (К.И. Устинова, Л.А. Черникова).....	80
3.1.	Формы и виды двигательного обучения.....	80
3.2.	Формирование двигательного навыка.....	88
	Литература.....	94
Глава 4.	Механизмы нейропластичности (Р.М. Умарова).....	102
4.1.	Молекулярные механизмы нейропластичности.....	102
4.2.	Клеточные механизмы нейропластичности.....	104
4.3.	Реорганизация функциональных систем мозга.....	106
4.4.	Функциональная реорганизация мозга и восстановление поврежденных функций у людей по данным нейровизуализации.....	108
4.4.1.	Двигательная система.....	109
4.4.2.	Система речи.....	112
4.4.3.	Система пространственного внимания. Неглект.....	113
4.5.	Структурная реорганизация при повреждении мозга.....	116
	Литература.....	119

Часть II. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ

Глава 5.	Терапия с ограничением движения (СИ-терапия) (А.С. Клочков, Л.А. Черникова).....	124
5.1.	Общее понятие и сущность метода СИ-терапии.....	124
5.2.	СИ-терапия у больных, перенесших инсульт.....	126
5.3.	СИ-терапия при детском церебральном параличе.....	132
	Литература.....	134
Глава 6.	Зеркальная терапия в нейрореабилитации (М.А. Назарова).....	138
6.1.	Общее понятие о зеркальной терапии.....	138
6.2.	Пластичность сенсорных и моторных карт мозга человека.....	139
6.3.	Фантомные боли и история открытия ЗТ.....	141
6.4.	Принципы и методология ЗТ.....	144
6.5.	Зеркальная иллюзия/иллюзорное восприятие движения у здоровых.....	145
6.6.	Механизмы ЗТ и зеркальной иллюзии.....	147
6.7.	Область применения ЗТ.....	151
6.7.1.	ЗТ в реабилитации после инсульта.....	151
6.7.2.	ЗТ при фантомной боли.....	152
6.7.3.	ЗТ при комплексном региональном болевом синдроме.....	152
6.8.	Перспективы применения ЗТ и изучения зеркальной иллюзии.....	153
	Литература.....	154
Глава 7.	Виртуальная реальность в нейрореабилитации (К.И. Устинова, А.С. Клочков, Л.А. Черникова).....	158
7.1.	Значение виртуальной реальности в восстановлении движений.....	158
7.2.	Технологии виртуальной реальности.....	159
7.3.	Восстановление позы и равновесия с помощью виртуальной реальности.....	166

7.4.	Восстановление локомоции с помощью виртуальной реальности.....	168
7.5.	Восстановление движений руки с помощью виртуальной реальности.....	170
7.6.	Восстановление бытовых навыков с помощью виртуальной реальности.....	172
7.7.	Оценка двигательных нарушений с помощью виртуальной реальности.....	173
7.8.	Многоцелевые реабилитационные системы виртуальной реальности.....	174
7.9.	Интеграция виртуальной реальности с другими реабилитационными и диагностическими системами	175
	Литература.....	179
Глава 8.	Роботизированные технологии в нейрореабилитации (А.С. Ключков, Л.А. Черникова)	183
8.1.	Общее понятие о роботах	183
8.2.	Роботы-помощники (ассистирующие роботы).....	183
8.3.	Реабилитационные роботы и роботизированные устройства	187
8.3.1.	Роботы и роботизированные устройства для тренировки паретичной руки	189
8.3.2.	Роботы и роботизированные устройства для тренировки ходьбы	200
	Литература.....	215
Глава 9.	Интерфейс мозг–компьютер в современной нейрореабилитации (О.А. Мокиенко, П.Д. Бобров, В.Ю. Рощин, А.А. Фролов, Л.А. Черникова)	221
9.1.	Определение и разновидности интерфейсов, применяемых в медицине.	221
9.1.1.	Инвазивные ИМК	223
9.1.2.	Неинвазивные вспомогательные и восстановительные ИМК	224
9.2.	ИМК, основанные на воображении движения	228
9.2.1.	Анатомо-физиологические основы воображения движения	228
9.2.2.	Пластические процессы, сопровождающие тренировки воображения движения с помощью ИМК у здоровых людей.....	230
9.2.3.	Способность воображать движения после повреждения головного мозга	231
9.2.4.	Улучшение двигательной функции на фоне тренировок воображения движения	232
9.2.5.	Применения основанного на воображении движения ИМК в нейрореабилитации	234
	Литература.....	241
Глава 10.	Ритмическая транскраниальная магнитная стимуляция в нейрореабилитации (А.В. Червяков, А.Г. Пойдашева, Ю.Е. Коржова).....	247
10.1.	Общие понятия о ТМС. Суть новой технологии рТМС	247
10.2.	рТМС при инсульте.....	250
10.3.	рТМС при болезни Паркинсона.....	253
10.4.	рТМС при фокальной дистонии (писчий спазм, блефароспазм).....	255

10.5. рТМС при болевых синдромах.....	256
10.6. рТМС при эпилепсии.....	259
10.7. рТМС при тиннит260	
10.8. рТМС в лечении больных со спастичностью	261
10.9. рТМС при депрессии	263
10.10. рТМС при тревожном расстройстве	265
10.11. Безопасность рТМС	265
Литература.....	272
Глава 11. Транскраниальная электрическая стимуляция в лечении и реабилитации заболеваний нервной системы (А.Г. Пойдашева, А.В. Червяков).....	283
11.1. Общие положения по использованию ТЭС.....	283
11.2. ТЭС при инсульте.....	284
11.3. ТЭС при хроническом болевом синдроме	285
11.4. ТЭС при деменции	287
11.5. ТЭС при эмоционально-волевых расстройствах	287
Литература.....	289
Глава 12. Космические технологии в нейрореабилитации (И.В. Саенко, Л.А. Черникова, И.Б. Козловская)	294
12.1. Нейрофизиологические механизмы гипогравитационного двигательного синдрома.	294
12.2. Применение лечебного костюма «Регент» в реабилитации больных с очаговыми поражениями ЦНС	304
12.3. Метод механической стимуляции опорных зон стоп.....	311
12.3.1. Эффекты механической стимуляции опорных зон стоп в условиях невесомости	311
12.3.2. Клинико-нейровизуализационные эффекты механической стимуляции опорных зон стоп (устройство «Корвит») в клинике инсульта.....	316
12.3.3. Эффекты механической стимуляции опорных зон стоп в острой стадии тяжелого ишемического инсульта.....	325
12.4. Метод «сухая» иммерсия — фундаментальные и прикладные возможности	330
Литература.....	334