

**О.В. Ланская**  
**Е.Ю. Андриянова**

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ  
ПЛАСТИЧНОСТИ СПИНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ДВИГАТЕЛЬНОГО  
КОНТРОЛЯ ПРИ ЗАНЯТИЯХ СПОРТОМ**

УДК 796:612  
ББК 75.02  
75.09

**Рецензенты:** кандидат биологических наук, доцент Т.В. Балтина;  
доктор биологических наук, профессор И.М. Тюпаев

*Печатается по решению Ученого совета  
ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная академия физической  
культуры и спорта»*

**Ланская О.В., Андриянова Е.Ю.**

Физиологические механизмы функциональной пластичности  
спинальных систем двигательного контроля при занятиях спортом. Великие  
Луки. - 2013. – 229 с.

Монография обобщает результаты исследований авторов по вопросу функциональной пластичности спинномозговых цепей человека, имеющей место в результате долговременной спортивной деятельности различной направленности. Основной экспериментальный материал получен посредством применения электрической стимуляции на нервные корешки спинного мозга на уровнях шейного и пояснично-крестцового утолщений спинного мозга с одновременной регистрацией рефлекторных двигательных ответов с мышц верхних и нижних конечностей. Книга также включает сведения о влиянии хронической травматизации коленного сустава у спортсменов на состояние спинальных двигательных центров, иннервирующих мышцы нижних конечностей.

Полученные авторами в результате исследований данные дополнены сведениями из литературы, раскрывающими возможные механизмы пластичности элементов центральной нервной и нервно-мышечной систем при различных функциональных состояниях.

Книга предназначена для нейрофизиологов, специалистов по общей и спортивной физиологии, спортивных врачей, а также для интересующихся вопросами регуляции и нарушения движений. Материалы монографии могут использоваться в учебном процессе при изучении учебных дисциплин «Теория и технологии медико-биологических измерений в спорте» и «Медико-биологические основы подготовки спортсменов» магистрами по направлению 034500.68 Спорт (49.04.03 Спорт).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....</b>	<b>4</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>5</b>
<b>ГЛАВА I.    СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕХАНИЗМАХ ПЛАСТИЧНОСТИ НЕЙРОМЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ .....</b>	<b>6</b>
1.1. Общие сведения о физиологической и патологической пластичности нервной и нервно-мышечной систем.....	6
1.2. Пластичность центральной и периферической нервной системы и ее двигательных структур при различных функциональных состояниях.....	12
1.2.1. Классические и современные взгляды на концепцию нейропластичности .....	12
1.2.2. Пластичность центральных и периферических синапсов в нормальных физиологических условиях и при нарушении функций нервной системы .....	17
1.2.3. Проявление признаков пластичности нейронов и их отростков при различных функциональных состояниях нервной системы .....	24
1.2.4. Пластические изменения, обнаруживаемые в мышечных волокнах, при повышенной и пониженной сократительной активности .....	40
Заключение.....	52
<b>ГЛАВА II.    КОНТИНГЕНТ И ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ РЕФЛЕКСОВ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ .....</b>	<b>54</b>
<b>ГЛАВА III.   ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ НЕЙРОМОТОРНОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА КАК РЕЗУЛЬТАТА ДОЛГОВРЕМЕННОЙ АДАПТАЦИИ К СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....</b>	<b>63</b>
3.1. Сегментарная электростимуляция нервных корешков шейного утолщения спинного мозга и анализ параметров мышц верхних конечностей у спортсменов разных специализаций и лиц, не адаптированных к физическим нагрузкам .....	65
3.2. Сегментарная электростимуляция нервных корешков пояснично-крестцового утолщения спинного мозга и анализ параметров мышц нижних конечностей у спортсменов разных специализаций и лиц, не адаптированных к физическим нагрузкам.....	99
Заключение.....	127
<b>ГЛАВА IV. СЕГМЕНТАРНАЯ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИЯ НЕРВНЫХ КОРЕШКОВ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО УТОЛЩЕНИЯ СПИННОГО МОЗГА И АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У СПОРТСМЕНОВ С ТРАВМАТИЧЕСКИМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ КОЛЕННОГО СУСТАВА .....</b>	<b>129</b>
Заключение.....	151
<b>ГЛАВА V.    ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ .....</b>	<b>152</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>192</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>194</b>

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

**ЦНС** – центральная нервная система

**ДЕ** – двигательная единица

**$\alpha$ -МН** – альфа-мотонейрон

**ЭНМГ** – электронейромиография

**ЭМГ** - электромиография

**СП** – синаптическая пластичность

**НМС** – нервно-мышечный синапс

**АХ** – ацетилхолин

**АХЭ** – ацетилхолинэстераза

**ТМС** – транскраниальная магнитная стимуляция

**ОДА** – опорно-двигательный аппарат

**Са** – кальций

**ДНК** - дезоксирибонуклеиновая кислота

**ВМО** – вызванный моторный ответ

**ПКУ СМ** – пояснично-крестцовое утолщение спинного мозга

**ШУ СМ** – шейное утолщение спинного мозга

**мА** – миллиампер

**мВ** – милливольт

**мс** – миллисекунда

**MMRs** – мультисегментарные моносинаптические ответы

**PRMs** - заднекорешково-мышечные рефлексy

**ПСМ** – повреждение спинного мозга

**МПС** – максимальное произвольное сокращение

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одним из интенсивно исследуемых направлений нейробиологии является проблема пластичности центральной нервной и нервно-мышечной систем как в нормальных физиологических условиях, так и при патологии. Во многих работах российских и зарубежных специалистов в области нейрофизиологии и медицины представлены сведения о механизмах пластичности, разворачивающихся, например, в процессе освоения двигательных навыков или в ответ на повреждения (И.Н. Плещинский с соавт., 2006; G. Courtine et al., 2007; K. Minassian et al., 2007; А.И. Григорьев, Б.С. Шенкман, 2008; Y. Gerasimenko et al., 2008, 2010; T.M. Jessell et al., 2011; Ю.П. Герасименко с соавт., 2012; Е.Ю. Шапкова с соавт., 2012; А.А. Ereemeev et al., 2012). Имеется обширный клинический и экспериментальный материал о нейропластичности при центральном и периферическом поражении нервной системы, её двигательных структур, а также в процессе восстановления функций (Е.Ю. Андриянова, 2006, 2010; Н.А. Чухарева, 2007; K. Kitano, D.M. Koseja, 2009; А.Н. Боголепова, Е.И. Чуканова, 2010; C.J. Dy, Y.P. Gerasimenko, V.R. Edgerton et al., 2010; S. Harkema et al., 2011; А.П. Шеин, Г.А. Криворучко, 2012; Е.Ю. Шапкова, 2012). При этом основное внимание исследователей направлено на изучение изменений, выявляющих пластичность центральной нервной системы (ЦНС) на молекулярном, клеточном, синаптическом и анатомическом уровнях.

Однако, несмотря на усилия нейрофизиологов и клиницистов, на наличие большого количества клинико-физиологических исследований, многие вопросы, касающиеся реализации процессов пластичности в ЦНС, остаются не до конца изученными (А.С. Андреасян, 2011). Так, объем сведений о нейрональной пластичности структур головного мозга в ряде случаев значительно превышает таковой для невральных элементов спинного мозга, осуществляющих, в частности, контроль функционального состояния скелетных мышц. Известно, что повышенная или пониженная сократительная активность мышц существенно изменяет деятельность центральных и периферических отделов нервной системы. В связи с этим важное значение имеет изучение пластичности спинного мозга на фоне специфической спортивной деятельности, а также при нарушении функционирования структурных элементов нейромоторной системы. На основании вышеизложенного, целью настоящей исследовательской работы явилось выявление механизмов пластичности спинного мозга и периферического отдела нейромоторного аппарата под влиянием долговременной двигательной активности различного характера, а также повреждений опорно-двигательной системы спортсменов.