

**И. В. Гайворонский, А. И. Гайворонский,
Г. И. Ничипорук, С. Е. Байбаков**

ФУНКЦИОНАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА

*Учебное пособие, атлас анатомических препаратов
и прижизненные магнитно-резонансные томограммы
головного мозга*

2-е издание, переработанное и дополненное

Рекомендуется Учебно-методическим объединением
по медицинскому и фармацевтическому образованию
вузов России в качестве учебного пособия для студентов
медицинских вузов

Санкт-Петербург
СпецЛит
2016

Авторы:

Гайворонский Иван Васильевич — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной анатомии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова (ВМедА), заведующий кафедрой морфологии медицинского факультета Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ), академик Российской Военно-медицинской академии, дважды лауреат премии Правительства РФ в области образования;

Гайворонский Алексей Иванович — доктор медицинских наук, преподаватель кафедры нейрохирургии ВМедА им. С. М. Кирова, доцент кафедры морфологии медицинского факультета СПбГУ;

Ничипорук Геннадий Иванович — кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной анатомии ВМедА им. С. М. Кирова, доцент кафедры морфологии медицинского факультета СПбГУ, лауреат премии Правительства РФ в области образования;

Байбаков Сергей Егорович — доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной анатомии ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» МЗ РФ

Рецензенты:

М. М. Одинак — доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, академик Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова;

Л. Л. Колесников — доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой анатомии человека Московского государственного медико-стоматологического университета им. А. И. Евдокимова

Функционально-клиническая анатомия головного мозга : учебно-Ф94 ное пособие / И. В. Гайворонский, А. И. Гайворонский, Г. И. Ничипорук, С. Е. Байбаков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : СпецЛит, 2016. — 255 с.: ил.

ISBN 978-5-299-00709-1

Пособие посвящено одному из важнейших разделов нормальной анатомии человека — анатомии центральной нервной системы. Материал изложен с функциональных позиций, с учетом Международной анатомической номенклатуры (2003 г.). В пособии систематизированы и обобщены современные представления о макро-микроскопической анатомии головного мозга. Изложены закономерности строения нейрона, рефлекторной дуги, системы афферентных и эфферентных нервных волокон. Показано функциональное значение основных анатомических образований в каждом отделе головного мозга и представлены наиболее характерные клинические проявления при их поражениях. Рассмотрены современные представления о динамической локализации функций в коре полушарий большого мозга, подробно описаны основные проводящие пути центральной нервной системы и функциональные нарушения при их поражениях. Текст иллюстрирован классическими и оригинальными рисунками.

Пособие предназначено для студентов медицинских вузов и психологических факультетов университетов. Оно может быть использовано врачами-невропатологами, нейрохирургами, психиатрами и психоаналитиками, оториноларингологами, офтальмологами, а также преподавателями специализированных клинических кафедр.

Кроме того, к тексту даются приложения — атлас фотографий натуральных макропрепаратов и магнитно-резонансные томограммы головного мозга по анатомии центральной нервной системы.

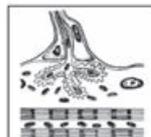
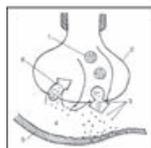
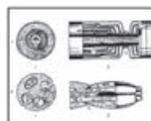
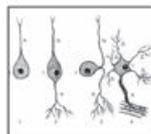
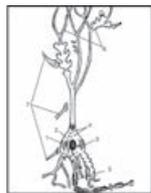
УДК 611.8(075.8)

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Общее понятие о нервной системе	7
<i>Роль нервной системы в организме.</i>	7
<i>Классификация нервной системы</i>	8
Нейроны	9
Нейроглия	13
Нервные волокна	14
Нервные окончания	17
Общее понятие о рефлекторной деятельности	23
ГОЛОВНОЙ МОЗГ	27
Общие данные о головном мозге	29
Продолговатый мозг	33
<i>Внешняя форма.</i>	33
<i>Внутреннее строение</i>	35
Мост	42
<i>Внешняя форма</i>	42
<i>Внутреннее строение</i>	43
Мозжечок	53
<i>Внешняя форма</i>	53
<i>Внутреннее строение</i>	57
<i>Связи мозжечка со спинным и головным мозгом</i>	59
<i>Проводящие пути мозжечка</i>	63
<i>IV желудочек</i>	65
Средний мозг	68
<i>Внешняя форма</i>	68
<i>Внутреннее строение</i>	70
Промежуточный мозг	77
<i>Таламический мозг</i>	78
<i>Подталамическая область</i>	81
<i>III желудочек</i>	84
<i>Пути и центры промежуточного мозга</i>	86
<i>Ретикулярная формация</i>	92
<i>Сегментарный аппарат ствола головного мозга.</i>	94
Конечный мозг	96
<i>Кора полушарий большого мозга</i>	96
<i>Рельеф верхнелатеральной поверхности полушарий</i>	98
<i>Рельеф медиальной поверхности полушарий</i>	100
<i>Рельеф нижней поверхности полушарий</i>	103
<i>Строение коры полушарий большого мозга</i>	104

<i>Динамическая локализация функций в коре полушарий большого мозга</i>	109
<i>Белое вещество полушарий большого мозга</i>	121
<i>Обонятельный мозг</i>	126
<i>Базальные ядра</i>	127
<i>Боковые желудочки</i>	130
Обзорная характеристика головного мозга	133
Понятие об экстрапирамидной системе	139
Понятие о лимбической системе	141
Оболочки головного мозга	143
КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА	149
Артерии головного мозга	151
Вены головного мозга	173
Кровеносные сосуды твердой оболочки головного мозга	178
ПРИЛОЖЕНИЕ I. Атлас натуральных анатомических препаратов	183
ПРИЛОЖЕНИЕ II. Магнитно-резонансные томограммы головного мозга	213

ВВЕДЕНИЕ



Общее понятие о нервной системе

Нервная система, *systema nervosum*, — это совокупность анатомически и функционально взаимосвязанных структур, обеспечивающих регуляцию и координацию деятельности организма как единого целого и взаимодействие его с окружающей внешней средой. Она играет роль аппарата, воспринимающего раздражения, анализирующего поступающую информацию и обеспечивающего ответную реакцию организма.

Нервная система появилась в ходе эволюции как интегративная система, т. е. система, осуществляющая согласованность функций всех органов и адаптацию организма к условиям существования. В отличие от других интегративных систем (сердечно-сосудистая система обеспечивает гуморальную интеграцию, а эндокринная система — гормональную интеграцию) нервная система выполняет свои функции очень быстро, прицельно и кратковременно. Так, от момента возникновения раздражения до его ощущения проходят сотые доли секунды. Реагирует на раздражение, как правило, конкретный орган или группа органов. После устранения действия раздражителя ответная реакция мгновенно прекращается.

Роль нервной системы в организме

Как уже указывалось, нервная система является основной интегративной системой организма, осуществляющей свои функции по принципу рефлекторной деятельности.

1. Основные этапы рефлекторной деятельности следующие:
 - восприятие раздражений из внутренней и внешней среды;
 - трансформация энергии раздражения в нервный импульс;
 - проведение нервных импульсов до соответствующих нервных центров;
 - анализ и обработка поступившей информации в нервном центре;
 - проведение нервных импульсов от нервного центра до рабочего органа;
 - обеспечение ответной реакции (сокращение мышц или выделение секрета железами).
2. Координация и интеграция деятельности различных органов и систем органов.
3. Адаптационно-трофическая функция, т. е. обеспечение приспособления организма к изменениям внешней среды.

4. Мыслительная деятельность и ответная рефлекторная реализация процессов мыслительной деятельности (выполнение точных конкретных движений и т. д.).

5. Память на текущие и давние события.

Классификация нервной системы

По топографо-анатомическому принципу различают *центральную* и *периферическую* нервную систему. Центральная нервная система включает в себя головной и спинной мозг. Периферическая нервная система объединяет все структуры, расположенные за пределами головного и спинного мозга.

Структуры, связанные со спинным мозгом, составляют спинномозговой отдел периферической нервной системы. К нему относят: спинномозговые узлы, корешки спинномозговых нервов, спинномозговые нервы, сплетения и ветви спинномозговых нервов, нервные окончания. Спинномозговой отдел обеспечивает иннервацию туловища, конечностей, частично шеи и внутренних органов.

Структуры, связанные с головным мозгом, составляют краниальный отдел периферической нервной системы. К нему относят: краниальные чувствительные узлы, черепные нервы, ветви черепных нервов и их окончания. Краниальный отдел обеспечивает иннервацию головы, частично шеи и внутренних органов.

По функции нервную систему делят на *соматическую* (анимальную) и *вегетативную* (автономную). Соматическая нервная система отвечает за иннервацию тела (сомы) — кожи, мышц, скелета. Вегетативная нервная система обеспечивает иннервацию внутренних органов, желез и сосудов. В свою очередь, она включает симпатический и парасимпатические отделы.

Центральная нервная система состоит из миллиардов высокоспециализированных клеток — нейроцитов и клеток глии, которые обеспечивают деятельность нервных клеток (поддерживают, защищают и выполняют трофическую роль). Нейроциты на основе общности выполняемых функций группируются в соответствующие центры спинного и головного мозга. К этим центрам от различных рецепторов органов чувств (кожи, мышц, внутренних органов, органов зрения, слуха и равновесия, вкуса и обоняния) постоянно поступает информация, порой противоречивая. Задача центральной нервной системы заключается в том, чтобы после получения информации произвести в течение долей секунды ее оценку и принять соответствующее решение. В осуществлении

последнего неопределимого способность головного мозга к хранению и воспроизведению в нужный момент ранее поступившей информации (память). Величайшим достижением эволюции нервной системы является мыслительная способность. Она осуществляется в результате анализа и синтеза нервных импульсов в высших центрах головного мозга и составляет высшую нервную деятельность человеческого организма.

Центральная нервная система обладает и собственной инициативой. Она активно влияет не только на сосуды, мышцы, железы, побуждая их к работе, но и на сенсорные органы, регулируя их функцию.

Периферическая нервная система связывает спинной и головной мозг с рецепторами (чувствительными аппаратами органов) и с эффекторами (аппаратами, передающими нервные импульсы на рабочие органы). Рабочие органы отвечают на внешние и внутренние раздражения приспособительными реакциями организма, такими как сокращение мышц или выделение секретов железами.

Соматическая нервная система иннервирует сомату (греч. *soma* — тело), т. е. кожу, мышцы, скелет, некоторые внутренние органы (язык, гортань, глотку и др.) и осуществляет связь организма как целостной системы с внешней средой. Она воспринимает раздражения из внешней среды, анализирует их и обеспечивает ответную реакцию на них — управляет скелетной (поперечнополосатой) мускулатурой.

Вегетативная нервная система иннервирует внутренние органы и кровеносные сосуды, управляет гладкой мускулатурой и работой желез. Она объединяет отдельные части организма в единую целостную систему и осуществляет адаптационно-трофическую функцию в организме.

Прежде чем приступить к изучению морфологии спинного и головного мозга, целесообразно рассмотреть общие принципы строения нервной системы.

Нейроны

Структурной единицей нервной системы является **нервная клетка** — нейрон, или нейронит (рис. 1).

В нейроне выделяют следующие основные части: тело, отростки и их окончания. Различают два вида отростков — дендриты и аксон (нейрит).

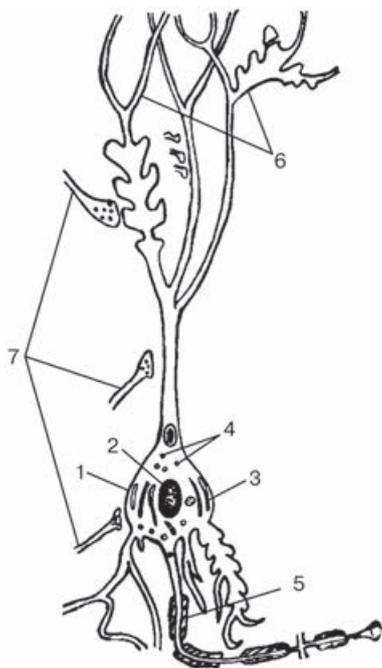


Рис. 1. Схема строения нейрона:
 1 — тело нейрона; 2 — ядро;
 3 — нейрофибриллярный аппарат;
 4 — секреторные гранулы; 5 — аксон;
 6 — дендриты; 7 — окончания
 других нервных клеток

6—10 нанометров (нм). В отростках нити располагаются продольно. Они выполняют опорную функцию, придают клетке определенную форму.

Нейротрубочки (нейротубулы) также образованы белковыми нитями, которые имеют спиральную ориентацию. Диаметр трубочек составляет 20—30 нм, толщина стенки — 10 нм. Нейротубулы осуществляют транспорт веществ в пределах нейрона.

Хроматофильное вещество (тигроидное вещество — базофильные глыбки, или вещество Ниссля) также представляет собой скопление белков — рибонуклеопротеидов. Это вещество находится в цитоплазме тела клетки и дендритов, в аксонах оно не обнаруживается.

Тело нейрона представляет собой скопление цитоплазмы (нейроплазмы), в которой располагается крупное круглое ядро. В нервных клетках вегетативной нервной системы может встречаться по 2—3 ядра. Количество ядрышек в ядре также составляет от одного до трех. Увеличение числа ядрышек и их объема свидетельствует об усилении функциональной активности нейрона.

Ядро является носителем генетической информации, определяющей свойства нейрона, и осуществляет регуляцию синтеза белков. В цитоплазме нейрона находятся органеллы общего значения (митохондрии, рибосомы, эндоплазматическая сеть, лизосомы, комплекс Гольджи и т. д.) и специализированные структуры (нейрофибриллы, хроматофильное вещество и синаптические пузырьки).

Нейрофибриллы бывают двух видов — нейрофиламенты и нейротрубочки. Нейрофиламенты в теле нейрона представляют собой сеть тонких белковых нитей диаметром

Синаптические пузырьки находятся преимущественно в цитоплазме концевого аппарата аксона, но могут располагаться и в теле нейрона. Они содержат медиаторы (ацетилхолин, норадреналин, гамма-аминомасляную кислоту и т. д.), которые обеспечивают химическую передачу нервного импульса с одного нейрона на другой или с нейрона на рабочий орган.

Поверхность нейрона представлена оболочкой (цитолеммой), которая определяет границы клетки и обеспечивает ее обмен с окружающей средой. Кроме того, цитолемма содержит большое количество белковых структур, выполняющих хеморецепторную функцию. Оболочка нервных клеток отличается способностью проводить нервное возбуждение (нервный импульс).

Различают два вида отростков нервных клеток — **дендриты** и **аксон** (нейрит), которые являются выростами цитоплазмы. Дендриты проводят нервный импульс только по направлению к телу нервной клетки. Они начинают древовидно ветвиться уже вблизи тела клетки, постепенно истончаются и заканчиваются в окружающих тканях. Дендриты многократно увеличивают воспринимающую поверхность нервной клетки. Количество дендритов вариabельно: от одного до десяти. Редко встречаются нервные клетки, не имеющие дендритов. У таких клеток восприятие раздражений осуществляется телом клетки.

Помимо дендритов нервная клетка всегда имеет только один аксон (нейрит). Этот отросток всегда более крупный, длинный и менее ветвистый. Редкие боковые ветви у него появляются лишь в самом конце. Имеется зависимость между величиной тела нервной клетки и длиной аксона. Чем больше величина тела клетки, тем длиннее и крупнее аксон. Аксон проводит нервный импульс только от тела нервной клетки. Следовательно, нервная клетка со своими отростками строго **динамически поляризована**: нервный импульс проходит по дендритам к телу и от тела — по аксону.

Нервные клетки могут отличаться друг от друга по форме и размерам тела, по количеству отростков, по функциональной значимости.

По форме тела различают клетки: пирамидные, грушевидные, веретенообразные, многоугольные, овальные, звездчатые, круглые и др.

По размерам тела выделяют 3 группы нейронов: мелкие (4—20 мкм); средние (20—60 мкм); крупные (60—130 мкм).

По количеству отростков различают следующие виды нейронов (рис. 2): одноотростчатые (униполярные), двухотростча-

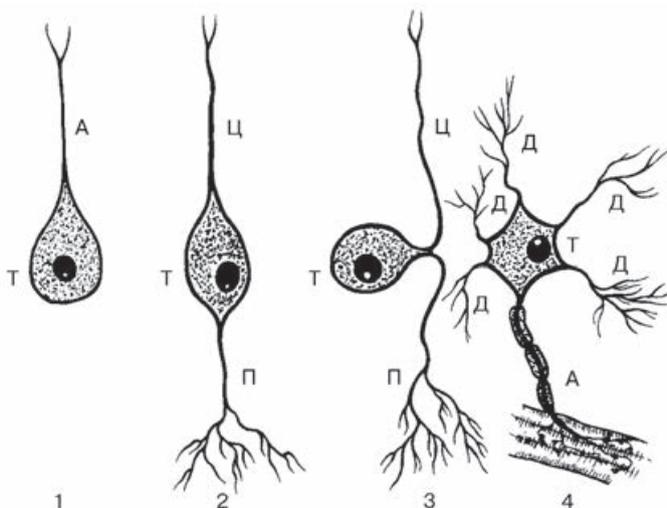


Рис. 2. Основные типы нервных клеток (схема):

1 — униполярная нервная клетка; 2 — биполярная нервная клетка; 3 — псевдоуниполярная нервная клетка; 4 — мультиполярная нервная клетка; Т — тело; А — аксон; Д — дендрит; П — периферический отросток; Ц — центральный отросток

тые (биполярные), ложноодноотростчатые (псевдоуниполярные) и многоотростчатые (мультиполярные). В составе нервной системы человека наиболее часто встречаются биполярные, псевдоуниполярные и мультиполярные нервные клетки.

По функциональной значимости в составе рефлекторной дуги выделяют 3 группы нейронов:

1) рецепторные (чувствительные), имеющие чувствительные нервные окончания (рецепторы), которые способны воспринимать раздражения из внешней или внутренней среды;

2) эффекторные (эфферентные), имеющие на окончаниях аксона эффекторы, которые передают нервный импульс на рабочий орган;

3) ассоциативные (вставочные), являющиеся промежуточными в составе рефлекторной дуги и передающие информацию с чувствительного нейрона на эффекторные. В сложных рефлекторных дугах ассоциативных нейронов может быть несколько.

Существует связь структуры и функции нервных клеток. Так, псевдоуниполярные нейроны являются рецепторными (общечувствительными). Они воспринимают такие раздражения, как боль, изменения температуры и прикосновение. Биполярные нервные

клетки являются клетками специальной чувствительности. Они воспринимают световые, обонятельные, слуховые и вестибулярные раздражения. Мелкие мультиполярные нейроны — ассоциативные; средние и крупные — мультиполярные и пирамидные нейроны — двигательные.

Следует обратить внимание, что у рецепторных нейронов (биполярных и псевдоуниполярных) отростки называют не дендритом и аксоном, а соответственно периферическим и центральным. Эти названия связаны с положением отростков по отношению к центральной нервной системе и к телу нервной клетки. Периферический отросток направляется от тела клетки на периферию, а центральный — к спинному или головному мозгу.

Нейроглия

Составной частью нервной ткани кроме самих нейронов является нейроглия. Нейроглиальных клеток в структурах головного мозга в десятки раз больше, чем собственно нейронов. Нейроглия неоднородна: в ней различают микроглию и макроглию (рис. 3).

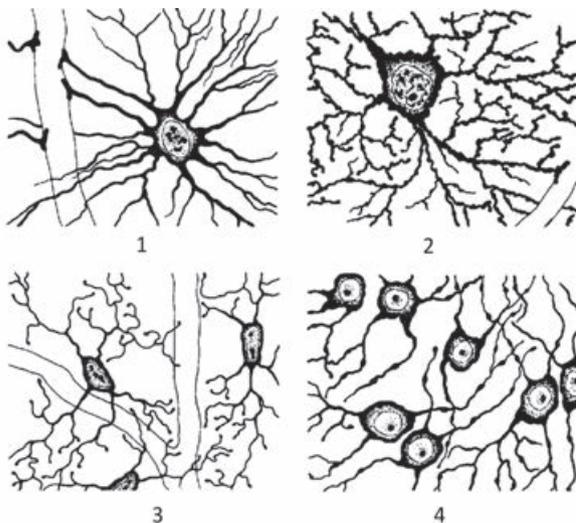


Рис. 3. Виды глиальных клеток:

1 — волокнистый астроцит; 2 — протоплазматический астроцит; 3 — микроглия; 4 — олигодендроциты

Микроглия представляет собой мелкие, продолговатой формы клетки, с большим количеством сильноветвящихся отростков. В микроглиальных клетках мало цитоплазмы, слабо развита эндоплазматическая сеть, небольшое количество рибосом, присутствуют мелкие митохондрии. Микроглиальные клетки выполняют роль фагоцитов и играют важную роль в иммунитете ЦНС, утилизируют поврежденные и погибшие нейроны.

В **макроглии** различают три вида клеток:

1. Астроциты – мелкие клетки с многочисленными отростками. Располагаясь между нервными клетками и кровеносными сосудами мозга астроциты выполняют следующие функции:

- 1) создают пространственную сеть, являющуюся опорой нейронов;
- 2) изолируют нервные волокна и нервные окончания друг от друга и других клеточных элементов;
- 3) формируют барьер между кровью и тканями мозга;
- 4) обеспечивают поступление питательных веществ из крови к нейронам.

2. Олигодендроглициты — наиболее распространенные клетки макроглии. Представляют собой мелкие, овальные клетки с тонкими, короткими, маловетвящимися, немногочисленными отростками. Находятся в сером и белом веществе ЦНС вокруг нейронов, входят в состав миелиновых оболочек. Эти клетки (в виде шванновских клеток) окружают осевой цилиндр аксона. Они выполняют:

- 1) трофическую функцию;
- 2) участвуют в процессах рецепции и передачи нервных импульсов;
- 3) играют определенную роль в механизмах образования кратковременной памяти.

3. Эпендимоциты – это клетки макроглии, которые образуют плотный слой клеток, выстилающий спинномозговой канал и желудочки головного мозга. Эпендимоциты принимают участие в образовании спинномозговой и церебральной жидкостей, которыми заполнены все полости спинного и головного мозга.

Нервные волокна

Нервные волокна — это покрытые снаружи глиальной оболочкой отростки нервных клеток, осуществляющие проведение нервных импульсов.

Отросток нервной клетки (аксон или дендрит), расположенный в центре нервного волокна, называют осевым цилиндром. Осевой

цилиндр представляет собой вырост нейроплазмы тела нервной клетки с содержащимися в ней органеллами, покрытый оболочкой (аксолеммой).

В зависимости от наличия или отсутствия в составе глиальной оболочки миелина различают два вида нервных волокон — **миелиновые** и **безмиелиновые**. В миелиновых волокнах глиальная оболочка толще и составляет на поперечном разрезе от $\frac{1}{2}$ до $\frac{2}{3}$ диаметра всего нервного волокна. Содержащийся в миелиновых волокнах миелин придает им белый цвет.

Миелиновые волокна по диаметру делят на 3 группы: толстые (12—20 мкм), средние (6—12 мкм) и тонкие (1—6 мкм). Через каждые 1—3 мм нервное волокно резко истончается, образуются узловые перехваты (перехваты Ранвье) шириной 1 мм. В области перехватов миелиновый слой отсутствует — это место соединения соседних глиальных клеток (шванновских). В зависимости от диаметра волокна различается скорость проведения нервного импульса. В толстых миелиновых волокнах она составляет примерно 80—120 м/с, в средних — 30—80 м/с, в тонких — 10—30 м/с. При этом скорость прохождения импульсов в определенной группе волокон не зависит от силы раздражения.

В настоящее время установлено, что толстые миелиновые волокна являются преимущественно двигательными, средние по диаметру волокна проводят импульсы тактильной и температурной чувствительности, а тонкие — болевой. Таким образом, по составу волокон можно дать функциональную характеристику нерва (двигательный, чувствительный, смешанный).

Миелиновая оболочка предотвращает распространение идущих по волокну нервных импульсов на соседние ткани, т. е. она выполняет роль диэлектрика (изолятора). Миелинизация нервных волокон начинается на 4—5 месяце внутриутробного развития и имеет неодинаковую продолжительность в различных отделах нервной системы. В процессе развития глиальная оболочка (мезаксон шванновской клетки) послойно наматывается вокруг осевого цилиндра. Образуется плотная слоистая оболочка, содержащая во внутренних слоях преимущественно миелин (белково-липидные соединения), а в наружных — цитоплазму и оболочки шванновских клеток (леммоцитов). Завершение процесса миелинизации нервных волокон свидетельствует о зрелости нервных структур. Так, нервные волокна полушарий большого мозга, ответственные за эмоционально-психические функции, миелинизируются только к 12—13 годам.

Учебное издание

Гайворонский Иван Васильевич,
Гайворонский Алексей Иванович,
Ничипорук Геннадий Иванович,
Байбаков Сергей Егорович

ФУНКЦИОНАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА

*Учебное пособие, атлас анатомических препаратов
и прижизненные магнитно-резонансные
томограммы головного мозга*

Корректор *Полушкина В. В.*
Верстка *Илюхиной И. Ю.*

Подписано в печать 14.12.2015. Формат 60 × 88 ¹/₁₆.
Печ. л. 16. Тираж 1000 экз. Заказ №

ООО «Издательство „СпецЛит“».
190103, Санкт-Петербург, 10-я Красноармейская ул., 15,
тел./факс: (812) 495-36-09, 495-36-12,
<http://www.speclit.spb.ru>

Отпечатано в типографии «L-PRINT»,
192007, Санкт-Петербург, Лиговский пр., 201, лит. А, пом. 3Н

ISBN 978-5-299-00709-1



9 785299 007091