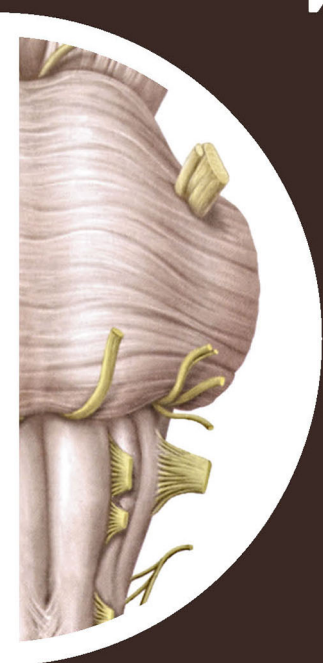


В.И. Козлов

АНАТОМИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ОРГАНОВ ЧУВСТВ



УДК 611.8(075)
ББК 28.706я73
К59

Козлов В.И.

К59 **Анатомия нервной системы и органов чувств : учебное пособие / В.И. Козлов. — М.: Практическая медицина, 2016. — 256 с.: ил.**

ISBN 978-5-98811-430-7

Настоящее учебное пособие предназначено для изучения одного из важнейших разделов анатомии человека — анатомии нервной системы и органов чувств — на лабораторных (практических) занятиях в секционном зале и при самостоятельной подготовке студентов. Пособие подготовлено на кафедре анатомии человека РУДН (зав. кафедрой профессор В.И. Козлов) и составлено в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования Минобрнауки РФ третьего поколения, а также учебной программой по анатомии человека. Его основная задача — помочь студентам в освоении огромного фактического материала, которым они должны овладеть при изучении нервной системы.

Все анатомические термины приведены в соответствии с Международной анатомической номенклатурой (FCAT, 1998).

Для студентов медицинских вузов, обучающихся по специальностям «Лечебное дело», «Стоматология» и «Педиатрия».

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по Программе повышения конкурентноспособности РУДН «5-100» среди ведущим мировых научно-образовательных центров на 2016–2020 гг.

УДК 611.8(075)
ББК 28.706я73

Содержание

Как изучать анатомию нервной системы	5
Тема 1. Общая анатомия нервной системы	9
Функциональное назначение нервной системы	11
Части и отделы нервной системы	15
Развитие нервной системы	17
Нейронный состав нервной системы	22
Рефлекторный принцип функционирования нервной системы	27
Оболочки и ликворная система мозга	31
Тема 2. Центральная нервная система	37
Спинной мозг	39
Особенности развития головы и головного мозга	51
Ствол головного мозга	54
Продолговатый мозг	56
Мост	61
Средний мозг	68
Ретикулярная формация	73
Мозжечок и его связи	76
Промежуточный мозг	82
Таламус	85
Гипоталамус	88
Большой мозг	94
Полушария большого мозга и их рельеф	96
Базальные ядра	101
Кора большого мозга	103
Белое вещество	108
Функциональные системы	113

Соматосенсорная система	115
Двигательная (соматомоторная) система	121
Лимбическая система	126
Кровоснабжение головного и спинного мозга	129
Кровоснабжение головного мозга	129
Кровоснабжение спинного мозга	133
Тема 3. Черепные нервы и области их иннервации	137
Особенности развития черепных нервов	139
Соматомоторные черепные нервы	144
Тройничный нерв; области его иннервации	148
Лицевой нерв; области его иннервации	155
Языкоглоточный нерв; области его иннервации	159
Блуждающий нерв; области его иннервации	162
Тема 4. Спинномозговые нервы и нервные сплетения	167
Строение спинномозговых нервов; иннервация кожи и мышц туловища	169
Шейное сплетение, его нервы и области иннервации	176
Плечевое сплетение; иннервация кожи и мышц верхней конечности	178
Пояснично-крестцовое сплетение; иннервация кожи и мышц нижней конечности	186
Тема 5. Автономная (вегетативная) нервная система	195
Общая характеристика автономной нервной системы	197
Симпатическая часть	201
Парасимпатическая часть	205
Висцеральные сплетения и висцеральные ганглии	209
Тема 6. Органы чувств	217
Глаз (орган зрения)	220
Ухо (орган слуха и вестибулярный орган)	227
Орган вкуса	234
Орган обоняния	236
Терминологический словарь	239
Предметный указатель	251

Тема 1

Общая анатомия нервной системы

Функциональное назначение нервной системы	11
Части и отделы нервной системы	15
Развитие нервной системы	17
Нейронный состав нервной системы	22
Рефлекторный принцип функционирования нервной системы	27
Оболочки и ликворная система мозга	31

Требования к освоению темы



Вопросы для изучения:

- ☑ Функциональное назначение нервной системы.
- ☑ Части и отделы нервной системы.
- ☑ Развитие нервной системы.
- ☑ Нейронный состав нервной системы.
- ☑ Рефлекторный принцип функционирования нервной системы.
- ☑ Оболочки и ликворная система мозга.



Требования к освоению материала темы

В результате изучения темы «Общая анатомия нервной системы» вы должны

Знать:

- ☑ части и отделы нервной системы;
- ☑ анатомические особенности развития нервной системы в туловище и голове;
- ☑ нейронный состав простых рефлекторных дуг;
- ☑ виды нервных центров и их функциональное значение;
- ☑ строение оболочек мозга и функциональное назначение ликворной системы.

Уметь:

- ☑ определять топографию серого и белого вещества;
- ☑ находить афферентный и эфферентный отделы нервной системы.

Овладеть навыком:

- ☑ работы с анатомическими препаратами нервной системы;
- ☑ применения современной анатомической терминологии для описания нервной системы.

Функциональное назначение нервной системы

Все органы и части в организме человека тесно взаимодействуют между собой, обеспечивая естественные акты жизнедеятельности организма: пищеварение, дыхание, размножение, перемещение в окружающей среде, а также различные коммуникации с членами социума. Для того чтобы организм функционировал как единое целое, необходима согласованная работа всех составляющих его элементов. В сложно устроенном многоклеточном организме это может быть достигнуто развитием специальных систем внутренних коммуникаций, обеспечивающих согласованную работу одновременно огромного количества клеток и органов. В согласовании всех функционирующих в организме многочисленных анатомических образований в точном соответствии с реальной ситуацией и обстановкой в окружающей среде главная роль принадлежит нервной системе.

Нервная система как интегративный (объединяющий) аппарат, управляющий поведением организма, появляется лишь на определенном этапе эволюционного развития. Это свидетельствует о том, что поведение, по крайней мере простейших организмов, возможно на основе других принципов, в частности *таксиса*. При такой форме поведения, присущей одноклеточным организмам, их пространственная ориентация и перемещения определяются силой внешних стимулов, таких как наличие пищи, яркого света и т.п., положительно или отрицательно влияющих на организм.

С формированием нервной системы у многоклеточных организмов появляются иные формы организации поведения, основанные на *рефлексах* — более точных реакциях организма на строго локальные воздействия стимулов из внешней среды. В ходе эволюции при формировании поведения живых существ приобретают важное значение не только внешние стимулы, вызывающие раздражение и запуск рефлексов, но и внутренние факторы в форме различных потребностей, а затем и мотивов, что значительно усложняет поведенческие реакции. Наряду с врожденными механизмами поведения животных, обеспечивающими стереотипные формы их приспособления, существенная роль в развитии нервной системы принадлежит факторам научения, что в конечном итоге приводит к формированию рассудочной деятельности, характерной для высших приматов и связанной с выбором определенного модуса поведения из ряда возможных.

Функции нервной системы достаточно многообразны (табл. 1). Она контролирует и координирует работу органов и других систем, объединяя их тем самым в целостный, функционально единый организм. Существенной функцией нервной системы является обеспечение взаимодействия между организмом и окружающей его внешней средой. Посредством органов чувств и специальных чувствительных нервных окончаний, расположенных в коже, во внутренних органах и в скелетных мышцах, нервная система постоянно получает информацию о состоянии внутренней среды организма и окружающей внешней среды. Таким образом, деятельность нервной системы, с одной стороны, направлена на объединение, интеграцию работы всех частей организма, а с другой — на связь организма с окружающей средой и регуляцию взаимоотношений организма с внешним миром.

Таблица 1. **Функции нервной системы**

Анализ информации (аналитическая функция)		
из внешней среды		из внутренней среды
▶ Обоняние ▶ Зрение ▶ Слух ▶ Вкус ▶ Экстероцепция (боль, осязание и др.)		▶ Интероцепция ▶ Проприоцепция ▶ Вестибулярный аппарат
Регуляция функций организма (регуляторная функция)	Интегративная деятельность	Умственная деятельность (психика)
▶ Дыхание ▶ Пищеварение ▶ Кровообращение ▶ Водный баланс ▶ Сохранение гомеостаза ▶ Положение тела и его частей ▶ Локомоция ▶ Репродукция	▶ Координация функций организма ▶ Чувствование ▶ Игнорирование ▶ Внимание ▶ Сон ▶ Адаптация ▶ Обучение	▶ Рисование ▶ Воображение ▶ Речь ▶ Письмо ▶ Чтение ▶ Вычисление ▶ Созидание ▶ Осознание собственного «Я»

Функционирование нервной системы связано с восприятием и обработкой разнообразной сенсорной информации, а также информационным обменом между различными частями организма и внешней средой. Передача информации между нервными клетками осуществляется в форме нервных импульсов. Нервные импульсы возникают в чувствительных нервных клет-

ках как результат их активации при раздражении воспринимающих (сенсорных) структур, называемых *рецепторами*. Сами рецепторы активируются различными изменениями в окружающей их среде, именуемыми *стимулами*. Чувствительные нервные клетки передают возникшие при их возбуждении нервные импульсы в спинной и головной мозг. Здесь происходит активация других нервных клеток и передача между ними нервных импульсов. При движении нервных импульсов между различными нервными центрами осуществляется их детальный анализ и выработка конкретных команд, передаваемых на исполнительные (рабочие) органы, именуемые *эффекторами* (см. рис. 3). В конечном итоге, после многоступенчатой и многоплановой обработки нервного возбуждения в спинном и головном мозге, оно поступает на моторные нервные клетки, имеющие определенную локализацию в спинном и головном мозге. Моторные нервные клетки вступают в контакт с многочисленными мышцами и, передавая им свое возбуждение, вызывают их сокращение. В качестве исполнительных органов (эффекторов) помимо скелетных мышц выступают кровеносные сосуды, железы и другие внутренние органы, которые могут изменять свою работу, повышать или снижать ее уровень под влиянием поступающих нервных импульсов.

Исключительно важная роль принадлежит нервной системе в организации движений. В жизни человека движения необходимы и для проявления его разумной деятельности. Как писал великий русский физиолог И.М. Сеченов: «Все бесконечное разнообразие внешних проявлений мозговой деятельности сводится окончательно к одному лишь явлению — мышечному движению. Смеется ли ребенок при виде игрушки, дрожит ли девушка при первой мысли о любви, создает ли Ньютон мировые законы и пишет их на бумаге — везде окончательным фактом является мышечное движение» (Рефлексы головного мозга, 1863).

Посредством связей между нервными клетками, объединенными в нервные центры, осуществляется избирательная направленная передача нервных импульсов от воспринимающего (*рецепторного*) аппарата к исполнительному (*эффекторному*) аппарату, реализующему ответную реакцию организма. Наряду с этим нервная система обладает также памятью — способностью хранить и накапливать значимую для организма информацию, получаемую из внешней и внутренней среды.

Таким образом, в нервной системе нервные клетки объединяются в нервные сети, которые обеспечивают сложную координированную деятельность организма. Для организации нервной системы в целом характерен принцип иерархического соподчинения нейронных сетей, структурно и функционально связанных с различными отделами мозга.

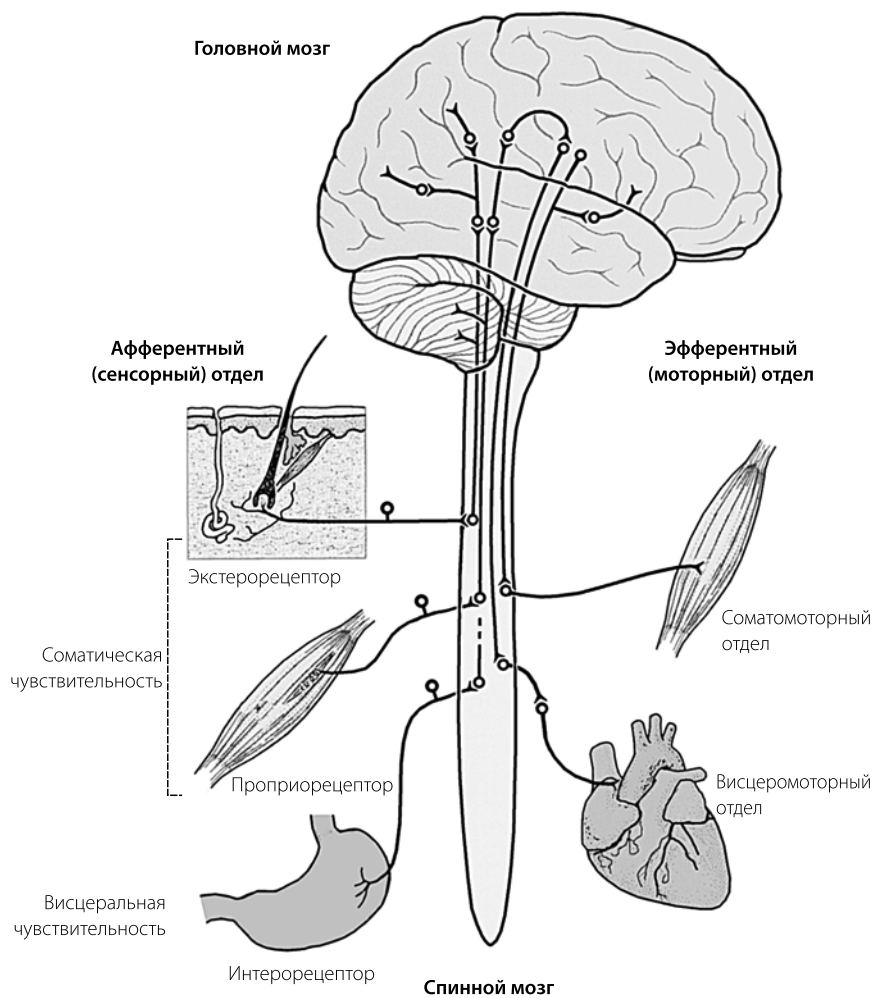


Рис. 3. Основные отделы нервной системы

Части и отделы нервной системы

К нервной системе относятся головной и спинной мозг, а также ряд специфических образований, таких как нервы, нервные узлы, нервные сплетения и др. Все они построены преимущественно из нервной ткани, которая выполняет специфическую для них функцию *возбудимости и проводимости* нервного возбуждения. Наряду с этим в построении органов нервной системы также принимают участие кровеносные сосуды, обеспечивающие их *трофику* (питание), и соединительная ткань, играющая вспомогательную роль.

Нервную систему принято разделять на *центральную* (ЦНС) и *периферическую* (ПНС). К ЦНС относят головной и спинной мозг (рис. 4). Посредством ПНС осуществляется связь головного и спинного мозга со всеми органами. К ней непосредственно относятся *нервы, их корешки, нервные сплетения, узлы (ганглии) и стволы*. В ПНС в области головы различают *черепные нервы* (12 пар), а в области туловища — *спинномозговые нервы* (31 пара). Наряду с ними выделяют еще *автономную нервную систему* (АНС), обеспечивающую иннервацию внутренних органов.

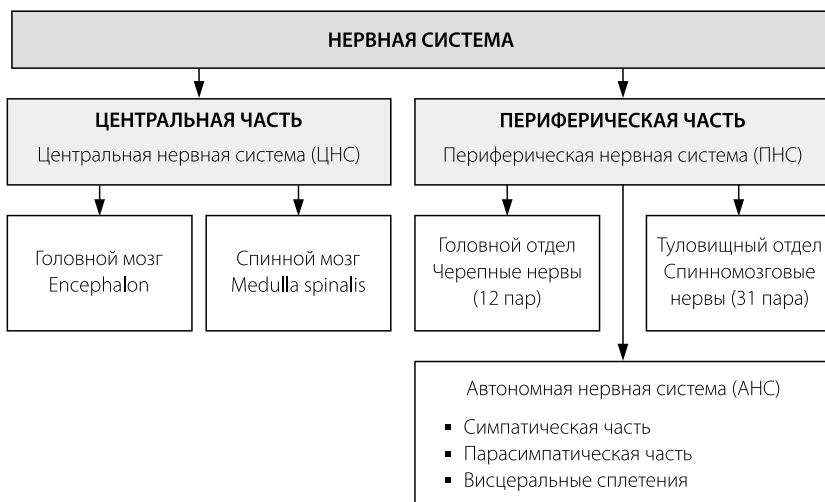


Рис. 4. Части и отделы нервной системы

Отличительной особенностью нервной системы является ее полярная организация, обусловленная однонаправленностью передачи нервного возбуждения от воспринимающего (рецепторного) аппарата к исполнительным органам, в качестве которых выступают соматические мышцы, гладкие мышцы внутренних органов и железы, а также сердце и кровеносные сосуды. В связи с этим в ПНС выделяют *афферентный* (приносящий нервные импульсы) и *эфферентный* (их выносящий) отделы. Наиболее отчетливо это проявляется в туловище, где спинномозговые нервы имеют изолированные задние (или афферентные, чувствительные) и передние (или эфферентные, моторные) корешки.

Развитие нервной системы

У человека, как у всех млекопитающих и хордовых, нервная система в процессе эмбриогенеза формируется из одного общего зачатка — наружного зародышевого листка (эктодермы), из той ее части, которая дорсально прилежит к хорде и носит название нейроэктодермы. Происходит это на 3-й неделе эмбрионального развития, когда в дорсальном (спинном) отделе эктодермы обособляется нервная пластинка. Очень скоро, еще до начала 4-й недели, нервная пластинка последовательно превращается в нервный желобок, а затем в *нервную трубку*, по бокам от которой располагаются *ганглионарные пластинки*, служащие источником развития нейронов, расположенных за пределами ЦНС (см. рис. 5). Из нее, в частности, формируются все сенсорные нейроны, сосредоточенные в чувствительных нервных узлах черепных и спинномозговых нервов, а также подавляющее большинство нейронов АНС.

С самых ранних стадий развития организма устанавливается тесная связь между нервной трубкой и *миотоматами* — теми участками тела эмбриона, из которых в последующем разовьются мышцы. Рано устанавливаемая и постоянная связь между нервной и мышечной системой является необходимым условием их нормального развития и последующего функционирования.

Из нервной трубки в области туловища в дальнейшем развивается спинной мозг. В своем развитии и строении он сохраняет черты метамерии (сегментарности). Это выражается в том, что каждому сегменту тела (сомиту), а их насчитывается в туловище 34–35, соответствует определенный участок нервной трубки — *нервотом*, от которого осуществляется его иннервация. В области головного конца нервная трубка в силу неравномерного роста отдельных ее частей приобретает форму последовательно связанных между собой трех мозговых пузырей: переднего, среднего и заднего мозга.

Процесс развития включает не только увеличение количества клеток и, как следствие, нарастание массы тела и органов, но и качественные их преобразования, обуславливающие последующую функциональную специализацию клеток. Многие свойства нервных клеток определяются их местоположением (топографией) в нервной трубке, и они сохраняются при всех последующих преобразованиях нервной системы. Как показано на рис. 6, в вентральной (или нижней) части нервной трубки, получившей название *базальной пластинки*, расположены те нервные клетки, которые изначально устанавливают контакт с развивающимися мышечными элементами

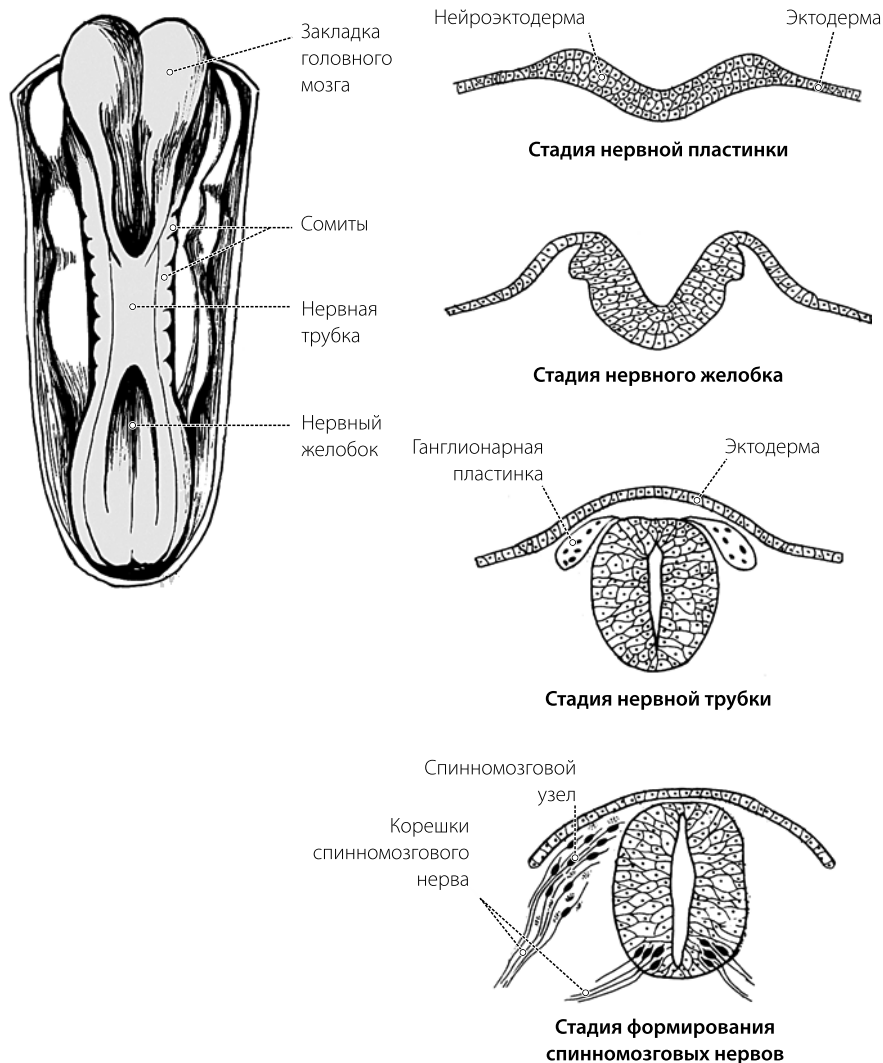


Рис. 5. Закладка нервной трубки в период эмбрионального развития

и в процессе дальнейшего развития дают начало моторным (двигательным) нейронам. Те нервные клетки, которые располагаются за пределами ЦНС, а к ним относятся все чувствительные (или афферентные) нейроны и так называемые периферические нейроны АНС, развиваются из *ганглионарных пластинок*, находящихся по бокам от нервной трубки. В дорсальной (спинной) части нервной трубки, которая получила название *крыльевой пластинки*,

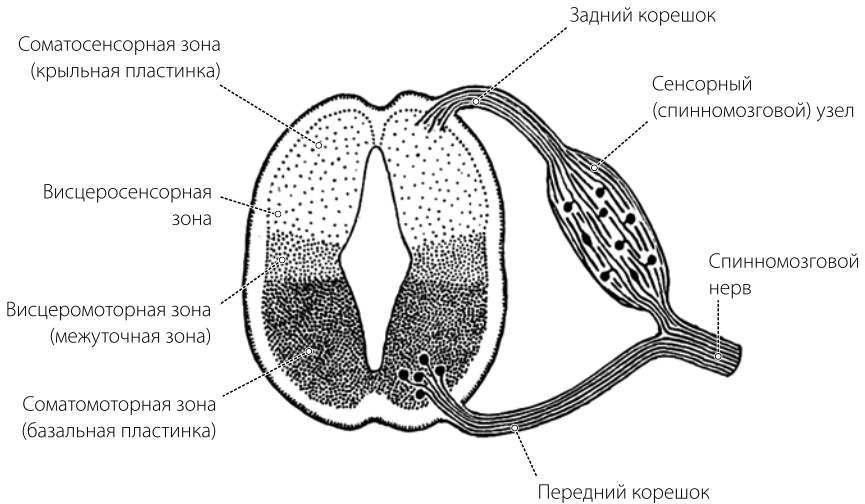


Рис. 6. Топографо-функциональные зоны нервной трубки

располагаются те нервные клетки, которые выполняют роль вставочных нейронов, замыкающих связь между чувствительными и двигательными нейронами. Эта часть нервной трубки наиболее подвержена изменениям в процессе развития нервной системы. На границе между базальной и крыльчатой пластинкой расположена *межуточная зона*, в которой локализуются нервные клетки, связанные с вегетативной нервной системой и иннервацией внутренних органов.

Сегментарный принцип построения *спинного мозга* обусловлен посегментным способом иннервации мышц в туловище, т.е. мышцы каждого сегмента туловища иннервируются из соответствующего сегмента спинного мозга. В области конечностей при формировании многочисленных мышц за счет слияния или разделения материала разных миотомов сегментарный принцип их иннервации сохраняется благодаря образованию специальных нервных сплетений. Посредством этих сплетений достигается необходимое перераспределение нервных волокон из разных сегментов спинного мозга, а также доставка их к мышцам конечностей с помощью специальных нервов, отходящих от этих сплетений.

Развитие *головного мозга* связано с утолщением переднего конца нервной трубки эмбриона, формирующейся из эктодермальной нервной пластинки в результате слияния ее боковых валиков (нейруляции). На 4-й неделе эмбрионального развития из переднего (роstralного) отдела нервной трубки образуются три мозговых пузыря (см. рис. 7). Первым появляется задний мозговой пузырь — та часть нервной трубки, из которой в дальнейшем образуется *задний, или ромбовидный, мозг (rhombencephalon)*, непосредственно соединенный со спинным мозгом. Далее формируется средний мозговой

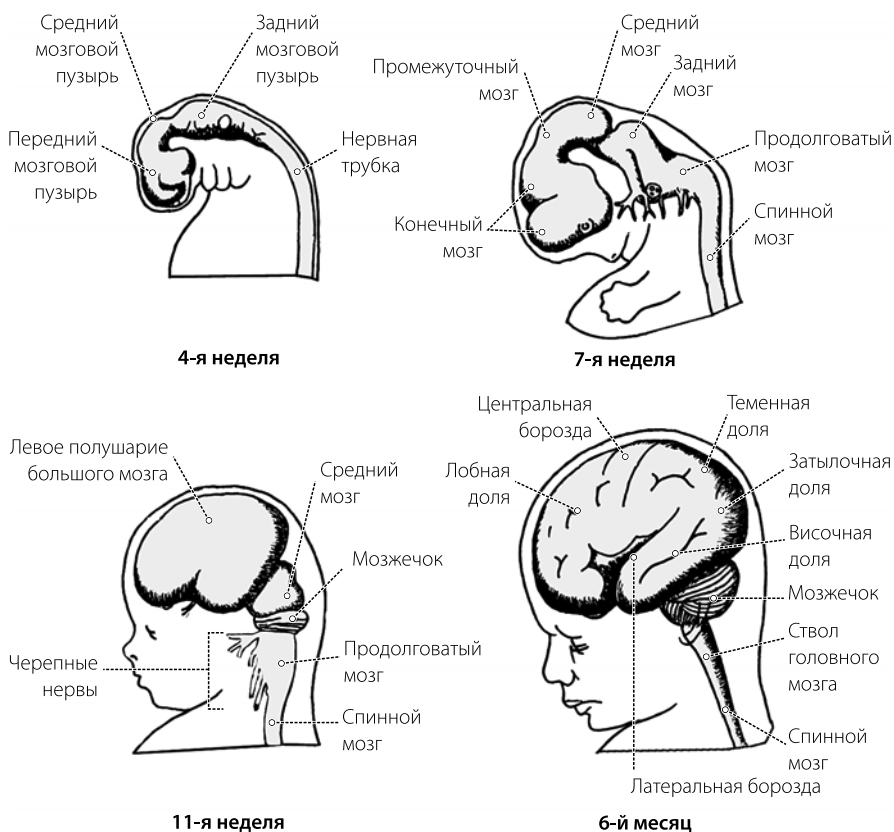


Рис. 7. Развитие головного мозга

пузырь — зачаток *среднего мозга* (*mesencephalon*); позднее — *передний мозговой пузырь*, или *передний мозг* (*prosencephalon*).

На этой стадии развития стенка нервной трубки состоит из трех слоев: *краевого* (наружного), *мантийного* (среднего) и *эпендимного* (внутреннего), расположенного вокруг центрального канала. Нарастание клеточной массы в нервной трубке происходит за счет внутреннего эпендимного слоя, содержащего *нейробласты* и *спонгиобласты* — клетки, способные к размножению. Пролиферация (размножение) и созревание вновь образованных *нейробластов* и *глиоцитов* происходят в мантийном слое, а в тонком краевом слое располагаются волокна и верхушечные дендриты созревающих нейронов.

На 5-й неделе эмбриогенеза в связи с закладкой и формированием органов чувств, а также усложнением общего строения мозга количество мозговых пузырей увеличивается до 5 (табл. 2). Вначале из заднего мозгового пузыря обособляется *задний мозг* (*metencephalon*) и *продолговатый мозг*

(*myelencephalon*). Чуть позднее из переднего мозгового пузыря формируется **конечный мозг** (*telencephalon*) и **промежуточный мозг** (*diencephalon*). Конечный мозг сразу же закладывается как парное образование, состоящее из правого и левого полушарий. По мере развития головного мозга происходит преобразование центрального канала нервной трубки в расширенные резервуары, именуемые **желудочками мозга**, которые сообщаются между собой и служат местами выработки и сосредоточения спинномозговой жидкости.

Таблица 2. Отделы головного мозга и их внутренние полости

Первичные мозговые пузыри	Отделы мозга		Внутренняя полость
Передний мозговой пузырь	<i>Telencephalon</i> (<i>Cerebrum</i>)	Конечный или большой мозг	Боковые желудочки
	<i>Diencephalon</i>	Промежуточный мозг	III желудочек
Средний мозговой пузырь	<i>Mesencephalon</i>	Средний мозг	Водопровод мозга
Задний мозговой пузырь	<i>Cerebellum</i>	Мозжечок	IV желудочек
	<i>Pons</i>	Мост	
	<i>Myelencephalon</i>	Продолговатый мозг	

Нейронный состав нервной системы

Нервная ткань, из которой построена нервная система, состоит из нервных клеток — *нейронов*, выполняющих специфические функции генерации нервных импульсов (возбуждения) и их проведения, и *нейроглии* — специальных клеток, которые, окружая нейроны, выполняют по отношению к ним вспомогательные функции (защитную, трофическую и т.п.). Согласно «нейронной доктрине», сформулированной еще в конце XIX в. Рамон-и-Кахалем, нервные клетки — нейроны — служат основными структурными и функциональными единицами нервной системы. Эта точка зрения не утратила своего значения и в наше время.

Наиболее характерной чертой строения нейронов является наличие у них отростков, с помощью которых они соединяются между собой и с иннервируемыми образованиями (мышечными волокнами, кровеносными сосудами и т.п.). Длина отростков очень различна; в отдельных случаях она может достигать 1 м и более. По числу отростков среди нервных клеток принято выделять: *униполярные нейроны*, имеющие один отросток, *биполярные нейроны* — клетки с двумя отростками и *мультиполярные нейроны*, имеющие множество отростков. Наиболее распространенной формой считаются мультиполярные нервные клетки. Родоначальником всех форм нейронов является биполярный нейробласт, имеющий два полюса: воспринимающий возбуждение и передающий его дальше (рис. 8).

Истинных униполярных нейронов у человека нет. Имеются так называемые псевдоуниполярные нейроны, которые образуются из биполярных нервных клеток путем слияния на коротком промежутке их отростков в один. Псевдоуниполярными являются чувствительные нервные клетки, расположенные в спинномозговых узлах и чувствительных узлах черепных нервов.

Отростки мультиполярной нервной клетки неравнозначны в функциональном отношении, т.к. одни из них проводят раздражение к телу нейрона — это *дендриты*, и только один отросток — *нейрит (аксон)* — проводит раздражение от тела нервной клетки и передает его либо на другие нейроны, либо на эффекторные образования (в частности, на мышечные волокна) (см. рис. 9). Благодаря разветвлению аксона возбуждение от одного нейрона одновременно передается многим нервным клеткам. В результате осуществляется распределение (а вместе с ним и анализ) поступающей с нервными импульсами информации между многими нейронами, что составляет один из основополагающих элементов аналитической деятель-

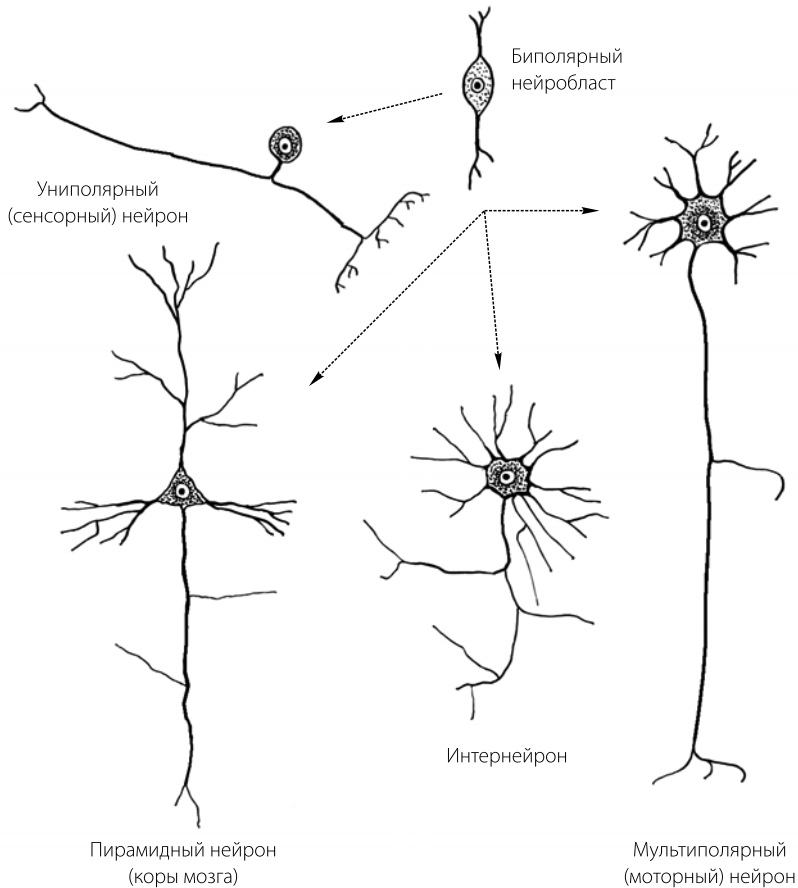


Рис. 8. Нейроны разной формы

ности нервной системы. Функциональная разнородность отростков нервной клетки обеспечивает направленную передачу нервного возбуждения. Благодаря мультиполярной форме многих нервных клеток создаются условия для одновременного восприятия и обработки каждым нейроном различных потоков информации, что лежит в основе синтетической деятельности нервной системы.

Для нервных клеток характерны также специфические образования: *нервные окончания и синапсы*. Среди нервных окончаний различают *чувствительные*, представляющие собой концевые разветвления дендритов чувствительных нейронов в коже, мышцах и внутренних органах, которые непосредственно воспринимают раздражения; это *рецепторы*.

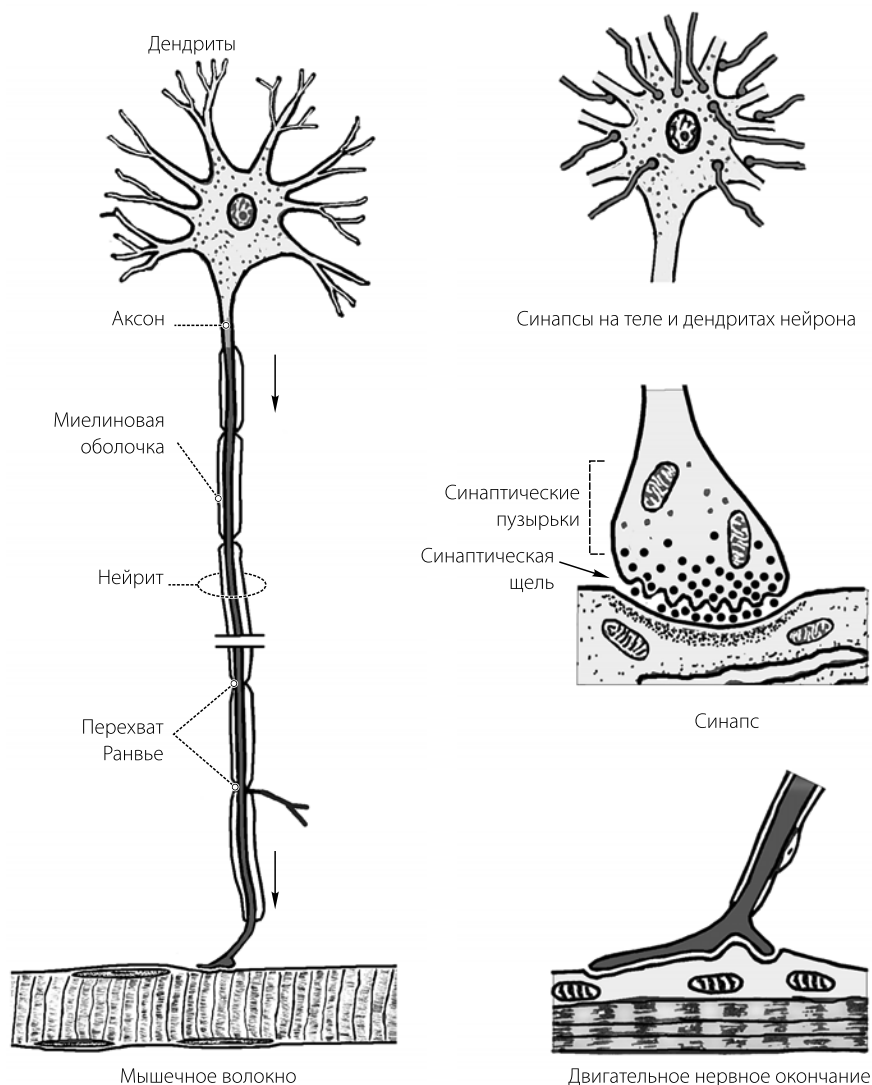


Рис. 9. Строение мультиполярного нейрона

Двигательные нервные окончания — специальные структурные образования конечных разветвлений аксона на рабочих клетках органов (например, концевая моторная бляшка на мышечном волокне), посредством которых нервное возбуждение передается от нейрона на исполнительные структуры.

Синапс — это контактное соединение одного нейрона с другим. В его формировании принимает участие нейрит одного нейрона, образующий окончание на дендритах или теле другого нейрона. Посредством синапса нервный импульс передается с одного нейрона на другой. Передача возбуждения осуществляется при участии специальных веществ-передатчиков (*медиаторов*, или *нейротрансмиттеров*), таких как ацетилхолин, норадреналин, серотонин, брадикинин, дофамин и др. Каждая нервная клетка контактирует со множеством других нервных клеток. В результате на теле и дендритах одного нейрона насчитываются тысячи синапсов. В настоящее время нейроны классифицируют в зависимости от высвобождаемых ими медиаторов. Применяемые в качестве лекарственных средств аналоги медиаторов и блокаторы рецепторов вызывают специфическое усиление или ослабление действия определенных медиаторов на нейроны.

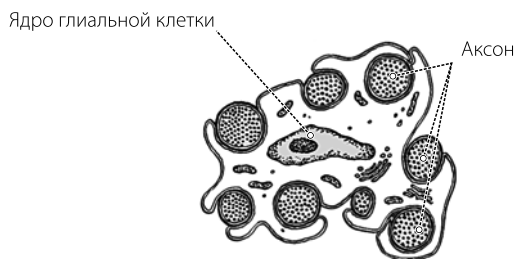
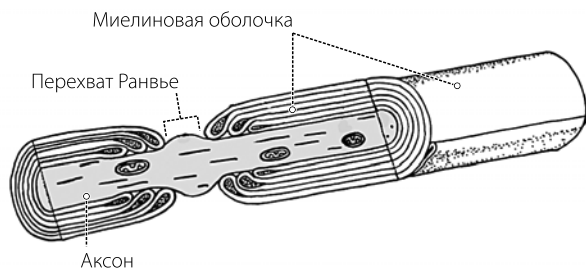
Проведение нервного импульса представляет собой электрохимический процесс, в основе которого лежит деполяризация мембраны нервной клетки, распространяющаяся с определенной скоростью по ее отросткам. Сама деполяризация мембраны связана с изменением электрического заряда внутри клетки и на ее поверхности, что возникает в результате направленного перемещения положительно и отрицательно заряженных ионов через мембрану нервной клетки.

Среди глиальных клеток наиболее многочисленную группу составляют *астроциты* (или *астроглия*). Своими многочисленными отростками они окружают нервные клетки и кровеносные капилляры. Астроциты образуют многочисленные контакты между собой и нервными клетками. Есть мнение, что астроциты вместе со стенкой капилляров участвуют в формировании гематоэнцефалического барьера, основная функция которого состоит в избирательном транспорте веществ между кровью и нервными клетками и в регуляции трофики клеток нервной ткани. В последнее время находится все больше подтверждений тому, что астроциты, участвуя в модуляции ионного состава нервной ткани, играют важную роль в активности нервных клеток и их синапсов, а также обеспечивают восстановление нервов после их повреждения.

Олигодендроциты имеют относительно мало отростков. Они так же, как и астроциты, функционально тесно связаны с нейронами, обеспечивая с ними сложный обмен веществ, необходимый для поддержания их возбудимости и способности проведения нервного импульса.

Различают также клетки эпендимы — *эпендимоциты*, выстилающие внутреннюю полость головного и спинного мозга и участвующие в образовании и регуляции химического состава спинномозговой жидкости.

Микроглиоциты представляют собой мелкие клетки, рассеянные в ЦНС. При травмах или дегенерации нервной ткани они способны передвигаться к очагу повреждения, где превращаются в крупные макрофаги, поглощающие путем фагоцитоза продукты распада. Микроглиоциты таким образом препятствуют развитию воспалительных процессов и распространению инфекции в нервной ткани.

**Безмиелиновые нервные волокна****А****Миелиновое нервное волокно****Б****Рис. 10.** Типы нервных волокон

Аксоны нейронов окружены тонкой оболочкой, образованной нейроглией (олигодендроцитами) (рис. 10). В тех местах, где имеются очень длинные аксоны, они окружены специальными олигодендроцитами — шванновскими клетками. Эти клетки участвуют в образовании *миелиновой оболочки* вокруг аксонов нейронов, которая хорошо изолирует нервные волокна друг от друга и существенно повышает скорость проведения нервных импульсов. Миелиновая оболочка отличается белым цветом. Поэтому те места нервной системы, которые на срезе окрашены в белый цвет, представляют собой скопления миелинизированных нервных волокон. Те же места, где сосредоточены нервные клетки, на срезах мозга выглядят серыми. На этом отличии основана идентификация серого и белого вещества мозга.

Рефлекторный принцип функционирования нервной системы

В основе функционирования нервной системы лежат различные рефлексы. *Рефлекс* (от лат. *reflexio* — отражение) есть ответная реакция организма на внешнее или внутреннее раздражение при обязательном участии нервной системы. Рефлекторная деятельность предполагает наличие механизма, состоящего из трех основных элементов, последовательно соединенных между собой:

- 1) *рецепторов*, воспринимающих раздражение и трансформирующих его в нервный импульс; обычно они представлены различными чувствительными нервными окончаниями в органах;
- 2) *эффекторов* — органов, результирующих эффект раздражения рецепторов в форме определенной ответной реакции; к ним относятся все скелетные мышцы, а также внутренние органы, железы и кровеносные сосуды;
- 3) последовательно связанных между собой *нейронов*, которые, направленно передавая раздражение в форме нервных импульсов, обеспечивают координацию деятельности эффекторов в зависимости от возбуждения рецепторов.

Цепь последовательно связанных между собой нейронов образует *рефлекторную дугу* (рис. 11), которая и составляет анатомический субстрат рефлекса. В функциональном отношении роль нейронов в рефлекторной дуге неодинакова. Среди них выделяют нейроны, ответственные за определенную сторону рефлекторной деятельности.

Афферентные (или *чувствительные*) *нейроны* воспринимают раздражение и передают его на другие нейроны. Эти нейроны всегда располагаются за пределами ЦНС, как правило в чувствительных узлах спинномозговых и черепных нервов. Их дендриты образуют в органах чувствительные нервные окончания.

Эфферентные (или *двигательные*) *нейроны* передают раздражение на эффекторы (например, на мышцы или кровеносные сосуды).

Вставочные (или *ассоциативные*) *нейроны* соединяют между собой афферентные и эфферентные нервные клетки и тем самым замыкают рефлекторную связь.

Чувствительное нервное
окончание в коже

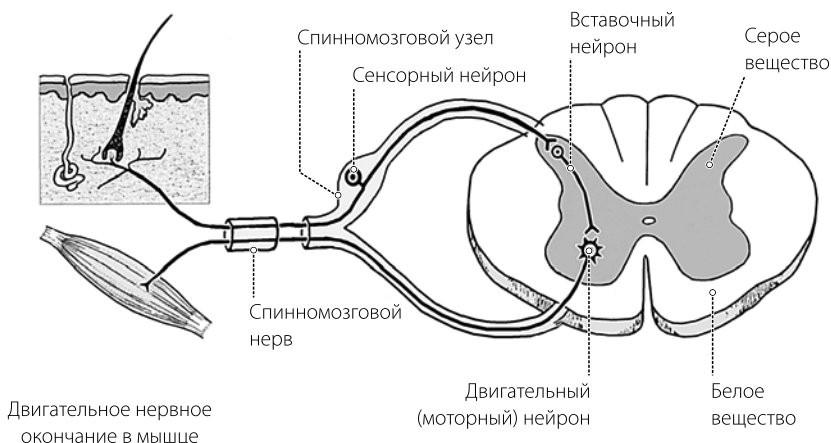


Рис. 11. Нейронный состав рефлекторной дуги кожно-мышечного рефлекса

Количество нейронов в рефлекторной дуге зависит от характера той рефлекторной деятельности, которую они обслуживают. Минимальное число нейронов в рефлекторной дуге — два: афферентный и эфферентный нейроны. Такая связь возникает у млекопитающих в случае простых рефлексов сокращения мышц в ответ на их растяжение. В рефлекторной дуге, обслуживающей сокращения мышцы, в ответ на раздражения кожи (кожно-мышечный рефлекс) обычно участвуют три нейрона: афферентный, вставочный и двигательный. Максимальное число нейронов, участвующих в рефлекторном ответе, не ограничено, особенно в тех случаях, когда в рефлекторный акт вовлекаются различные отделы головного и спинного мозга.

В настоящее время за основу рефлекторной деятельности принимается рефлекторное кольцо. Классическая рефлекторная дуга дополнена четвертым звеном — обратной афферентацией от эффекторов. В частности, от мышц в нервную систему постоянно поступает сенсорная информация об их состоянии в результате действия тех или иных раздражителей. Это позволяет нервной системе корректировать свою работу не только в зависимости от внешних раздражений, но и от результатов собственной деятельности.

Афферентные, эфферентные и вставочные нейроны, участвующие в определенных рефлекторных реакциях, имеют строгую локализацию в нервной системе, что будет изложено в соответствующих разделах. В нервной системе нейроны группируются в нервные центры.

Нервный центр в анатомическом отношении представляет собой группу рядом расположенных нейронов, тесно связанных между собой структурно и функционально и выполняющих общую функцию в рефлекторной регуляции жизнедеятельности организма. В нервном центре происходит восприя-

тие, анализ поступающей с нервным раздражением информации и передача ее на другие нервные центры или эффекторный органы. Поэтому каждый нервный центр имеет свою систему афферентных волокон, посредством которых он приводится в активное состояние, и систему эфферентных связей, которые проводят нервное возбуждение к другим нервным центрам или эффекторным органам.

В ЦНС различают скопления нервных клеток либо в виде локальных групп — *ядер* (ядерные центры), либо в виде обширных расселений нейронов по поверхности мозга, образующих его *кору* (корковые центры). Функциональное значение корковых центров будет подробно рассмотрено при изложении строения коры мозжечка и коры мозга.

В ПНС нервные центры представлены *ганглиями (узлами)* — чувствительными и вегетативными.

Связи между нервными центрами осуществляются нервными волокнами, которые на периферии образуют *нервы*, а в ЦНС — различные *группы волокон, пучки, комиссуры, тракты*.

В табл. 3 приведены наиболее употребляемые базовые анатомические термины для описания строения нервной системы.

Таблица 3. Общие термины в нейроанатомии

Анатомическое образование		Функциональное значение
<i>Neuron</i>	Нейрон	Клетка нервной системы, способная воспринимать и генерировать нервные импульсы, а также передавать их на другую нервную клетку или эффекторный орган
<i>Neuroglia</i>	Нейроглия	Совокупность клеток разных типов, входящих наряду с нейронами в состав нервной ткани и выполняющих вспомогательные функции
<i>Ependyma</i>	Эпендима	Слой глиальных клеток, выстилающий полости и каналы в мозгу
<i>Sinaps</i>	Синапс	Контактное соединение одного нейрона с другим нейроном, железистой или мышечной клеткой. В синапсе осуществляется передача нервного возбуждения с помощью специальных биологически активных веществ — медиаторов (нейротрансмиттеров)
<i>Afferens</i>	Приносящий	Афферентными называют нервные волокна, приносящие нервное возбуждение к центрам
<i>Efferens</i>	Выносящий	Эфферентными называют нервные волокна, несущие нервное возбуждение от нервного центра