



# Центральная нервная система

Центральная **нервная система** ( **ЦНС** ) — часть нервной системы , состоящая в основном из головного мозга , спинного мозга и сетчатки . ЦНС так называется потому, что мозг интегрирует полученную информацию, координирует и влияет на деятельность всех частей тела билатерально-симметричных и трехслойных животных , то есть всех многоклеточных животных, за исключением губок и диплобластов . Это структура, состоящая из нервной ткани , расположенная вдоль ростральной (носовой конец) к каудальной (хвостовой конец) оси тела и может иметь увеличенную часть на ростральном конце, которая является мозгом. Только членистоногие , головоногие и позвоночные имеют настоящий мозг, хотя предшественники структур существуют у онихофор , брюхоногих и ланцетников .

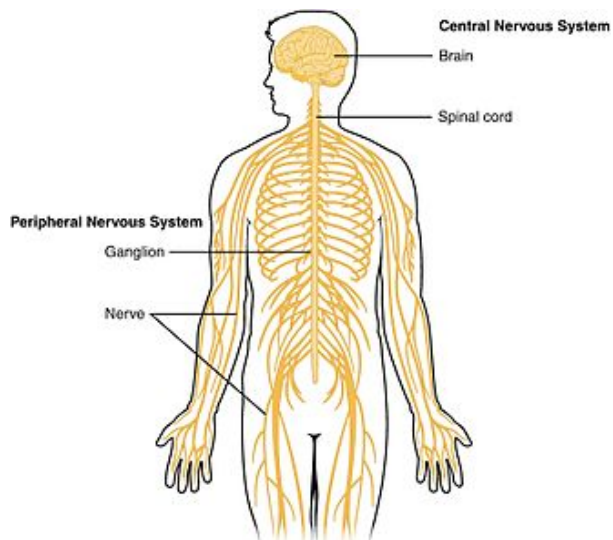
Остальная часть статьи посвящена исключительно центральной нервной системе позвоночных, которая радикально отличается от всех других животных.

## Обзор

У позвоночных мозг и спинной мозг заключены в мозговые оболочки . <sup>[ 2 ]</sup> Мозговые оболочки обеспечивают барьер для химических веществ, растворенных в крови, защищая мозг от большинства нейротоксинов, обычно встречающихся в пище. Внутри мозговых оболочек мозг и спинной мозг омываются спинномозговой жидкостью , которая заменяет жидкость тела, находящуюся вне клеток всех двусторонних животных .

У позвоночных ЦНС находится в дорсальной полости тела , в то время как мозг находится в черепной полости внутри  черепа . Спинной мозг находится в позвоночном канале внутри позвонков . <sup>[ 2 ]</sup> Внутри ЦНС межнейронное пространство заполнено большим количеством поддерживающих ненервных клеток, называемых нейроглией или глией от греческого слова «клей». <sup>[ 3 ]</sup>

### Центральная нервная система



Схематическая диаграмма, показывающая центральную и периферическую нервную систему человека.

#### Подробности

#### Лимфа

224

#### Идентификаторы

#### латинский

*Центральная нервная система*  
*, центральная нервная система* <sup>[ 1 ]</sup>

#### Акроним(ы)

ЦНС

#### MeSH

D002490 (<https://meshb.nlm.nih.gov/record/ui?ui=D002490>)

#### TA98

A14.1.00.001 (<https://ifaa.unifr.ch/Public/EntryPage/TA98%20Tree/Entity%20TA98%20EN/14.1.00.001%20Entity%20TA98%20EN.htm>)

#### TA2

5364 (<https://ta2viewer.openanatomy.org/?id=5364>)

#### ФМА

55675 (<https://bioportal.bioontology.org/ontologies/FMA/?p=classes&conceptid=http%3A%2F%2Fpurl.org%2Fsig%2Font%2Ffma%2Ffma55675>)

Анатомическая терминология

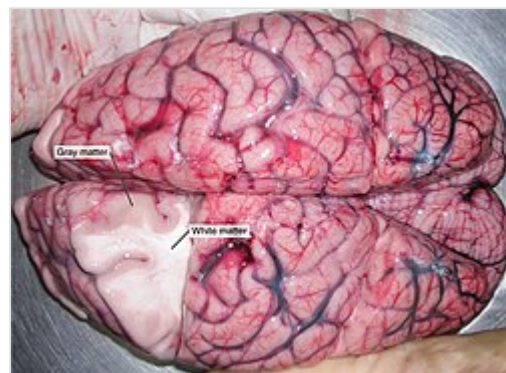
У позвоночных ЦНС также включает сетчатку <sup>[ 4 ]</sup> и зрительный нерв ( черепной нерв II), <sup>[ 5 ] [ 6 ]</sup> , а также обонятельные нервы и обонятельный эпителий . <sup>[ 7 ]</sup> Как части ЦНС, они напрямую соединяются с нейронами мозга без промежуточных ганглиев . Обонятельный эпителий является единственной центральной нервной тканью за пределами мозговых оболочек, которая находится в прямом контакте с окружающей средой, что открывает путь для терапевтических агентов, которые в противном случае не могли бы преодолеть барьер мозговых оболочек. <sup>[ 7 ]</sup>

## Структура

ЦНС состоит из двух основных структур: головного и спинного мозга . Головной мозг заключен в череп и защищен черепной коробкой. <sup>[ 8 ]</sup> Спинной мозг является продолжением головного мозга и лежит каудально по отношению к нему. <sup>[ 9 ]</sup> Он защищен позвонками . <sup>[ 8 ]</sup> Спинной мозг простирается от основания черепа и продолжается через <sup>[ 8 ]</sup> или начинается ниже <sup>[ 10 ]</sup> большого затылочного отверстия , <sup>[ 8 ]</sup> и заканчивается примерно на уровне первого или второго поясничного позвонка , <sup>[ 9 ] [ 10 ]</sup> , занимая верхние отделы позвоночного канала . <sup>[ 6 ]</sup>

## Белое и серое вещество

Микроскопически существуют различия между нейронами и тканью ЦНС и периферической нервной системы (ПНС). <sup>[ 11 ]</sup> ЦНС состоит из белого и серого вещества . <sup>[ 9 ]</sup> Это также можно увидеть макроскопически на мозговой ткани. Белое вещество состоит из аксонов и олигодендроцитов , в то время как серое вещество состоит из нейронов и немиелинизированных волокон. Обе ткани включают ряд глиальных клеток (хотя белое вещество содержит больше), которые часто называют поддерживающими клетками ЦНС. Различные формы глиальных клеток имеют разные функции, некоторые действуют почти как леса для нейробластов , чтобы подняться во время нейрогенеза , такие как бергмановская глия , в то время как другие, такие как микроглия, являются специализированной формой макрофагов , участвующих в иммунной системе мозга, а также в очистке различных метаболитов из мозговой ткани . <sup>[ 6 ]</sup> Астроциты могут быть вовлечены как в очистку метаболитов, так и в транспортировку топлива и различных полезных веществ к нейронам из капилляров мозга. При повреждении ЦНС астроциты будут размножаться, вызывая глиоз , форму нейронной рубцовой ткани, лишенной функциональных нейронов. <sup>[ 6 ]</sup>



Препарирование человеческого мозга с метками, показывающими четкое разделение на белое и серое вещество.

Мозг ( большие полушария , а также средний и задний мозг ) состоит из коры , состоящей из нейронных тел, составляющих серое вещество, в то время как внутри находится больше белого вещества, которое образует тракты и комиссуры . Помимо коркового серого вещества существует также подкорковое серое вещество, составляющее большое количество различных ядер . <sup>[ 9 ]</sup>

## Спинной мозг

От спинного мозга и к нему идут проекции периферической нервной системы в виде спинномозговых нервов (иногда сегментарных нервов <sup>[ 8 ]</sup> ). Нервы соединяют спинной мозг с кожей, суставами, мышцами и т. д. и обеспечивают передачу как эфферентных двигательных, так и афферентных

сенсорных сигналов и стимулов. [ 9 ] Это обеспечивает произвольные и непроизвольные движения мышц, а также восприятие чувств. Всего от ствола мозга отходит 31 спинномозговой нерв, [ 9 ] некоторые из них образуют сплетения по мере разветвления, например плечевое сплетение , крестцовое сплетение и т. д. [ 8 ] Каждый спинномозговой нерв будет переносить как сенсорные, так и моторные сигналы, но нервы образуют синапсы в разных областях спинного мозга, либо от периферии к сенсорным релейным нейронам, которые передают информацию в ЦНС, либо от ЦНС к двигательным нейронам, которые передают информацию наружу. [9]

Спинной мозг передает информацию в головной мозг через спинномозговые пути через конечный общий путь [ 9 ] в таламус и, в конечном итоге, в кору головного мозга.

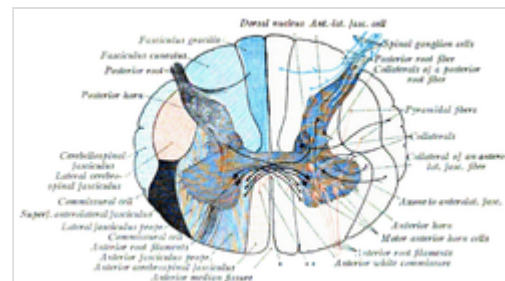
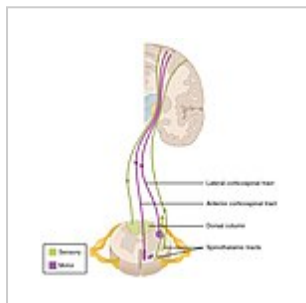
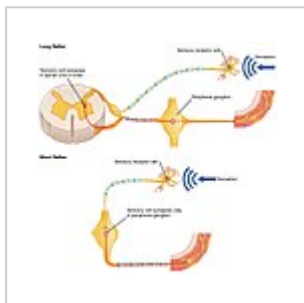


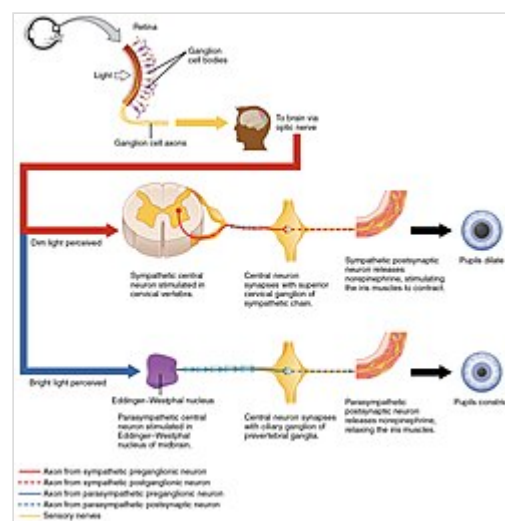
Схема столбов и хода волокон в спинном мозге. Сенсорные синапсы находятся в дорсальной части спинного мозга (выше на этом изображении), а двигательные нервы выходят через вентральные (а также боковые) рога спинного мозга, как показано ниже на изображении.



Схематическое изображение, показывающее расположение некоторых участков спинного мозга.



Рефлексы могут также возникать без участия более одного нейрона ЦНС, как в приведенном ниже примере короткого рефлекса.

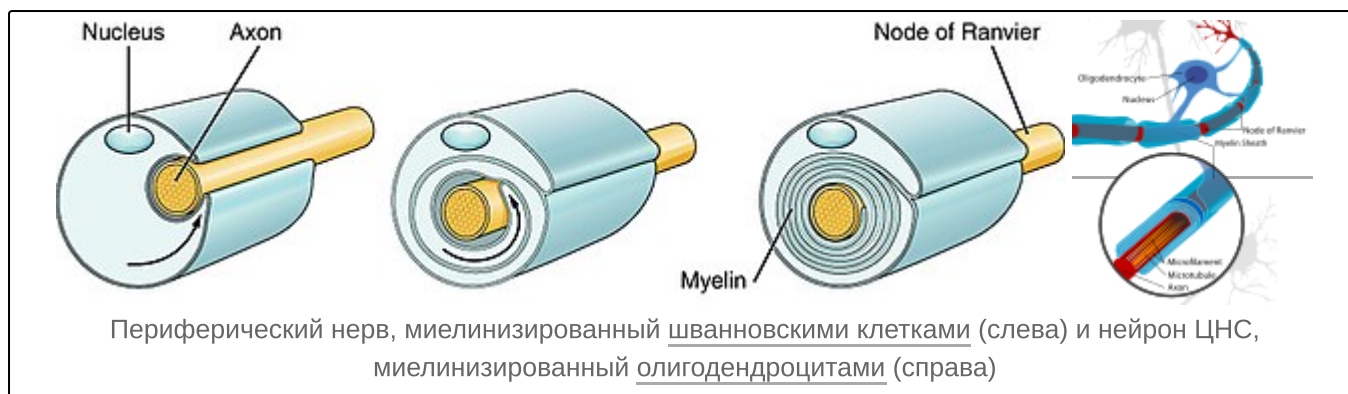


Различные способы, которыми ЦНС может быть активирована без вовлечения коры головного мозга и осознания нами действий. Приведенный выше пример показывает процесс, при котором зрачок расширяется при тусклом свете, активируя нейроны в спинном мозге. Второй пример показывает сужение зрачка в результате активации ядра Эддингера-Вестфала (церебрального ганглия).

## Черепно-мозговые нервы

Помимо спинного мозга, существуют также периферические нервы ПНС, которые синапсируют через посредников или ганглии непосредственно на ЦНС. Эти 12 нервов находятся в области головы и шеи и называются черепными нервами . Черепные нервы передают информацию в ЦНС от лица и от него, а также к определенным мышцам (например, трапецевидной мышце , которая иннервируется дополнительными нервами <sup>[8]</sup> , а также некоторыми шейными спинномозговыми нервами ). <sup>[8]</sup>

Две пары черепных нервов; обонятельные нервы и зрительные нервы [ 4 ] часто считаются структурами ЦНС. Это связано с тем, что они не образуют синапсы сначала на периферических ганглиях, а непосредственно на нейронах ЦНС. Обонятельный эпителий важен тем, что он состоит из ткани ЦНС, которая находится в прямом контакте с окружающей средой, что позволяет вводить определенные фармацевтические препараты и лекарства. [ 7 ]



## Мозг

В передней части спинного мозга находится головной мозг. <sup>[ 9 ]</sup> Головной мозг составляет наибольшую часть ЦНС. Это часто основная структура, о которой говорят, когда говорят о нервной системе в целом. Головной мозг является основной функциональной единицей ЦНС. В то время как спинной мозг обладает определенной способностью к обработке, такой как способность к спинальной локомоции и может обрабатывать рефлексы, головной мозг является основной единицей обработки нервной системы. <sup>[ 12 ]</sup> <sup>[ 13 ]</sup>

## Мозговой ствол

Ствол мозга состоит из продолговатого мозга, моста и среднего мозга. Продолговатый мозг можно назвать продолжением спинного мозга, которые имеют схожую организацию и функциональные свойства. <sup>[ 9 ]</sup> Здесь проходят пути, идущие от спинного мозга к головному. <sup>[ 9 ]</sup>

Регуляторные функции ядер продолговатого мозга включают контроль кровеняного давления и дыхания. Другие ядра участвуют в равновесии, вкусе, слухе и контроле мышц лица и шеи. <sup>[ 9 ]</sup>

Следующая структура, ростральная по отношению к продолговатому мозгу, — это мост, который лежит на вентральной передней стороне ствола мозга. Ядра в мосту включают ядра моста, которые работают с мозжечком и передают информацию между мозжечком и корой головного мозга. <sup>[ 9 ]</sup> В дорсальной задней части моста находятся ядра, которые участвуют в функциях дыхания, сна и вкуса. <sup>[ 9 ]</sup>

Средний мозг, или mesencephalon, расположен выше и рострально по отношению к мосту. Он включает ядра, связывающие отдельные части двигательной системы, включая мозжечок, базальные ганглии и оба полушария головного мозга, среди прочих. Кроме того, части зрительной и слуховой систем расположены в среднем мозге, включая контроль автоматических движений глаз. <sup>[ 9 ]</sup>

Ствол мозга в целом обеспечивает вход и выход в мозг для ряда путей для двигательного и автономного контроля лица и шеи через черепные нервы, <sup>[ 9 ]</sup> Автономный контроль органов опосредован десятым черепным нервом. <sup>[ 6 ]</sup> Большая часть ствола мозга участвует в таком автономном контроле тела. Такие функции могут включать сердце, кровеносные сосуды и зрачки, среди прочего. <sup>[ 9 ]</sup>

Ствол мозга также содержит ретикулярную формацию, группу ядер, участвующих как в возбуждении, так и в бдительности. <sup>[ 9 ]</sup>



## Мозжечок

Мозжечок находится позади моста. Мозжечок состоит из нескольких разделительных борозд и долей. Его функция включает контроль позы и координацию движений частей тела, включая глаза и голову, а также конечности. Кроме того, он участвует в движении, которое было изучено и усовершенствовано посредством практики, и он будет адаптироваться к новым изученным движениям. <sup>[9]</sup> Несмотря на свою предыдущую классификацию как двигательной структуры, мозжечок также демонстрирует связи с областями коры головного мозга, участвующими в языке и познании. Эти связи были показаны с помощью использования методов медицинской визуализации, таких как функциональная МРТ и позитронно-эмиссионная томография. <sup>[9]</sup>

Тело мозжечка содержит больше нейронов, чем любая другая структура мозга, включая большой мозг, но оно также изучено более подробно, чем другие структуры мозга, поскольку включает меньше типов различных нейронов. <sup>[9]</sup> Оно обрабатывает и обрабатывает сенсорные стимулы, двигательную информацию, а также информацию о равновесии от вестибулярного органа. <sup>[9]</sup>

## Промежуточный мозг

Две структуры промежуточного мозга, которые стоит отметить, это таламус и гипоталамус. Таламус действует как связующее звено между входящими путями от периферической нервной системы, а также зрительного нерва (хотя он не получает вход от обонятельного нерва) к полушариям головного мозга. Ранее он считался только «ретрансляционной станцией», но он занимается сортировкой информации, которая попадет в полушария головного мозга (неокортекс). <sup>[9]</sup>

Помимо своей функции сортировки информации с периферии, таламус также связывает мозжечок и базальные ганглии с головным мозгом. Вместе с вышеупомянутой ретикулярной системой таламус участвует в бодрствовании и сознании, как и SCN. <sup>[9]</sup>

Гипоталамус участвует в функциях ряда примитивных эмоций или чувств, таких как голод, жажда и материнская связь. Это регулируется частично посредством контроля секреции гормонов гипофиза. Кроме того, гипоталамус играет роль в мотивации и многих других формах поведения человека. <sup>[9]</sup>

## Головной мозг

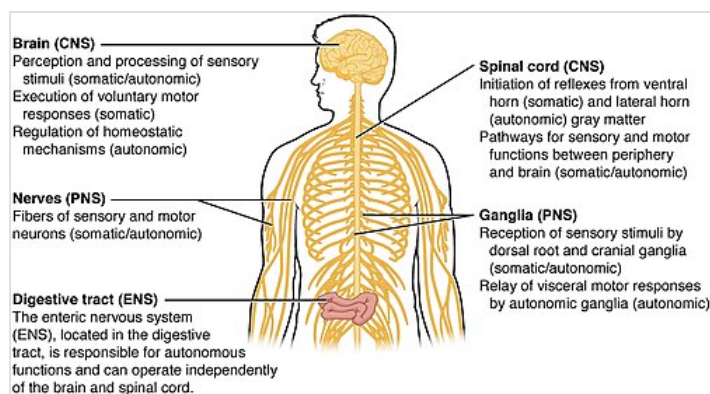
Головной мозг или полушария головного мозга составляют самую большую зрительную часть человеческого мозга. Различные структуры объединяются, образуя полушария головного мозга, среди прочих: кора, базальные ганглии, миндалевидное тело и гиппокамп. Полушария вместе контролируют большую часть функций человеческого мозга, таких как эмоции, память, восприятие и двигательные функции. Помимо этого, полушария головного мозга отвечают за когнитивные способности мозга. <sup>[9]</sup>

Каждое из полушарий соединяется мозолистым телом, а также несколькими дополнительными комиссурами. <sup>[9]</sup> Одной из важнейших частей полушарий головного мозга является кора, состоящая из серого вещества, покрывающего поверхность мозга. Функционально кора головного мозга участвует в планировании и выполнении повседневных задач. <sup>[9]</sup>

Гиппокамп участвует в хранении воспоминаний, миндалевидное тело играет роль в восприятии и передаче эмоций, в то время как базальные ганглии играют важную роль в координации произвольных движений. <sup>[9]</sup>

## Отличие от периферической нервной системы

ПНС состоит из нейронов, аксонов и шванновских клеток . Олигодендроциты и шванновские клетки выполняют схожие функции в ЦНС и ПНС соответственно. Оба они добавляют миелиновые оболочки к аксонам, что действует как форма изоляции, позволяющая лучше и быстрее распространять электрические сигналы по нервам. Аксоны в ЦНС часто очень короткие, всего несколько миллиметров, и не нуждаются в такой же степени изоляции, как периферические нервы. Некоторые периферические нервы могут быть более 1 метра в длину, например, нервы большого пальца ноги. Чтобы обеспечить передачу сигналов с достаточной скоростью, необходима миелинизация.



Карта различных структур нервной системы организма, показывающая ЦНС, ПНС, автономную нервную систему и энтеральную нервную систему.

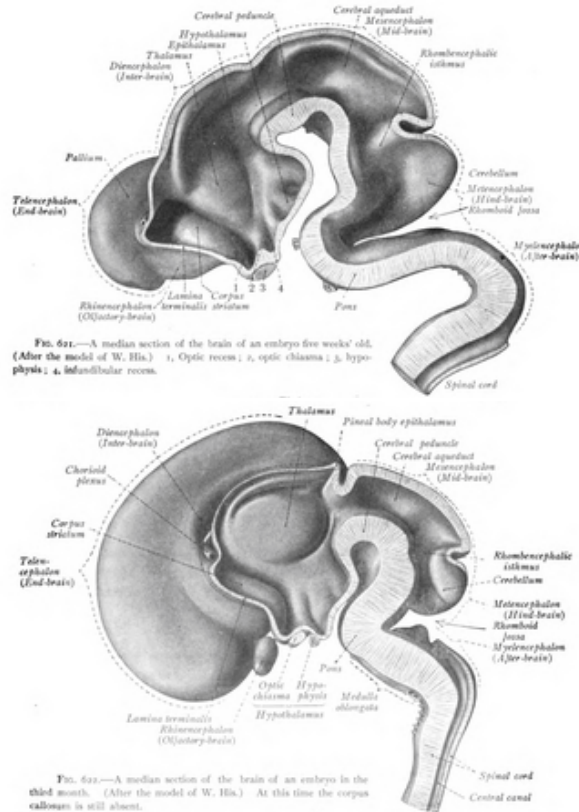
Способ, которым шванновские клетки и олигодендроциты миелинизируют нервы, отличается. Шванновская клетка обычно миелинизирует один аксон, полностью окружая его. Иногда они могут миелинизировать много аксонов, особенно в областях коротких аксонов. [ 8 ] Олигодендроциты обычно миелинизируют несколько аксонов. Они делают это, посылая тонкие выступы своей клеточной мембраны , которые обволакивают и закрывают аксон.

## Разработка

В ходе раннего развития эмбриона позвоночного продольная бороздка на нервной пластинке постепенно углубляется, а гребни по обе стороны бороздки ( нервные складки ) приподнимаются и в конечном итоге встречаются, превращая бороздку в закрытую трубку, называемую нервной трубкой . [ 14 ] Формирование нервной трубки называется нейруляцией . На этой стадии стенки нервной трубки содержат пролиферирующие нейральные стволовые клетки в области, называемой желудочковой зоной . Нейральные стволовые клетки, в основном радиальные глиальные клетки , размножаются и генерируют нейроны в процессе нейрогенеза , образуя зачаток ЦНС. [ 15 ]

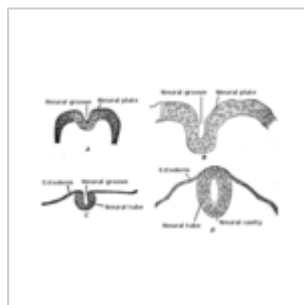
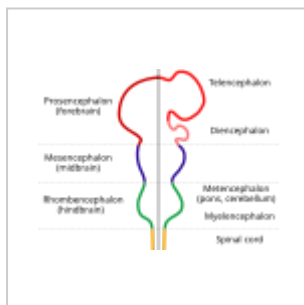
Нервная трубка дает начало как головному , так и спинному мозгу . Передняя (или «роstralная») часть нервной трубки изначально дифференцируется на три мозговых пузыря (кармана): передний мозг спереди, средний мозг и, между средним мозгом и спинным мозгом, ромбовидный мозг . (К шести неделям у человеческого эмбриона) передний мозг затем делится на конечный мозг и промежуточный мозг ; а ромбовидный мозг делится на задний мозг и продолговатый мозг . Спинной мозг происходит из задней или «каудальной» части нервной трубки.

По мере роста позвоночного эти пузырьки дифференцируются еще дальше. Конечный мозг дифференцируется, среди прочего, в полосатое тело , гиппокамп и неокортекс , а его полость становится первым и вторым желудочками (боковыми желудочками). Развитие промежуточного мозга включает в себя субталамус , гипоталамус , таламус и эпиталамус , а его полость образует третий желудочек . Тектум , претектум , ножки мозга и другие структуры развиваются из среднего мозга, а



Верхнее изображение: ЦНС, видимая в срединном сечении 5-недельного эмбриона. Нижнее изображение: ЦНС, видимая в срединном сечении 3-месячного эмбриона.

его полость вырастает в мезэнцефалический проток (водопровод мозга). Задний мозг становится, среди прочего, мостом и мозжечком, продолговатый мозг образует продолговатый мозг, а их полости развиваются в четвертый желудочек. [9]



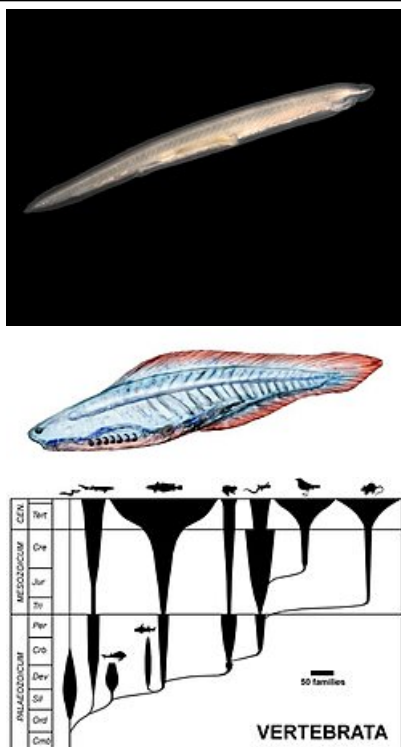
Схема, изображающая основные подразделения эмбрионального мозга позвоночных, позднее формирующие передний мозг, средний мозг и задний мозг.

Развитие нервной трубки

ЦНС	Мозг	Прозэнцефалон	Конечный мозг	Ринэнцефалон, миндалевидное тело, гиппокамп, неокортекс, базальные ганглии, боковые

			желудочки		
			Эпиталамус , таламус , гипоталамус , субталамус , гипофиз , шишковидная железа , третий желудочек.		
		Мозговой ствол	Промежуточный мозг		
			Средний мозг	Тектум , ножки мозга , претектум , мезэнцефальный проток	
			Ромбовидный мозг	Задний мозг	Мост , мозжечок
Продолговатый мозг	Продолговатый мозг				
Спинной мозг					

## Эволюция



Вверху: ланцетник , считающийся архетипическим позвоночным, не имеющим настоящего мозга. В середине: раннее позвоночное . Внизу: веретенообразная диаграмма эволюции позвоночных.

## планария

Планарии , представители типа Platyhelminthes (плоские черви), имеют простейшее, четко определенное разделение нервной системы на ЦНС и ПНС . [ 16 ] [ 17 ] Их примитивный мозг, состоящий из двух слитых передних ганглиев, и продольные нервные тяжи образуют ЦНС. Подобно позвоночным, имеют отчетливые ЦНС и ПНС. Нервы, выступающие латерально от ЦНС, образуют их ПНС.

Молекулярное исследование показало, что более 95% из 116 генов, вовлеченных в нервную систему планарии, включая гены, связанные с ЦНС, также существуют у человека. [ 18 ]



## Членистоногие

У членистоногих брюшная нервная цепочка , подглоточные ганглии и надглоточные ганглии обычно рассматриваются как составляющие ЦНС. Членистоногие, в отличие от позвоночных, имеют тормозные двигательные нейроны из-за их небольшого размера. <sup>[ 19 ]</sup>

## Хордовые

ЦНС хордовых отличается от ЦНС других животных тем, что она расположена дорсально в теле, над кишечником и хордой / позвоночником . <sup>[ 20 ]</sup> Основная структура ЦНС в высокой степени сохраняется у разных видов позвоночных и в ходе эволюции. Основная тенденция, которую можно наблюдать, — это прогрессирующая телецефализация: телецефалон рептилий является лишь приложением к большой обонятельной луковице , тогда как у млекопитающих он составляет большую часть объема ЦНС. В человеческом мозге телецефалон охватывает большую часть промежуточного мозга и весь средний мозг . Действительно, аллометрическое исследование размера мозга у разных видов показывает поразительную преемственность от крыс до китов и позволяет нам дополнить знания об эволюции ЦНС, полученные с помощью краниальных эндокранов .

## Млекопитающие

Млекопитающие , которые появляются в палеонтологической летописи после первых рыб, амфибий и рептилий, являются единственными позвоночными, обладающими эволюционно новой, самой внешней частью коры головного мозга (основная часть конечного мозга, за исключением обонятельной луковицы), известной как неокортекс . <sup>[ 21 ]</sup> Эта часть мозга у млекопитающих участвует в высшем мышлении и дальнейшей обработке всех чувств в сенсорной коре (обработка обоняния ранее осуществлялась только ее луковицей, тогда как обработка чувств, не связанных с обонянием, осуществлялась только тектумом ) . <sup>[ 22 ]</sup> Неокортекс однопроходных (утконоса и нескольких видов колючих муравьедов ) и сумчатых (таких как кенгуру , коалы , опоссумы , вомбаты и тасманийские дьяволы ) не имеет извилин — извилин и борозд — которые есть в неокортексе большинства плацентарных млекопитающих ( эутерианов ). <sup>[ 23 ]</sup> У плацентарных млекопитающих размер и сложность неокортекса со временем увеличивались. Площадь неокортекса мышей составляет всего около 1/100 от площади неокортекса обезьян, а у обезьян — всего около 1/10 от площади человека. <sup>[ 21 ]</sup> Кроме того, у крыс отсутствуют извилины в неокортексе (возможно, также потому, что крысы — мелкие млекопитающие), тогда как у кошек извилины выражены умеренно, а у людей — довольно обширно. <sup>[ 21 ]</sup> У дельфинов обнаружена выраженная извитость неокортекса , возможно, связанная с их сложной эхолокацией .

## Клиническое значение

---

### Заболевания

Существует множество заболеваний и состояний ЦНС, включая инфекции, такие как энцефалит и полиомиелит , ранние неврологические расстройства, включая СДВГ и аутизм , судорожные расстройства, такие как эпилепсия , головные боли, такие как мигрень , поздние нейродегенеративные заболевания, такие как болезнь Альцгеймера , болезнь Паркинсона и эссенциальный тремор , аутоиммунные и воспалительные заболевания, такие как рассеянный склероз и острый рассеянный энцефаломиелит , генетические расстройства, такие как болезнь Кرابбе и болезнь Хантингтона , а также боковой амиотрофический склероз и адренолейкодистрофия .

Наконец, рак центральной нервной системы может вызывать тяжелые заболевания и, если он злокачественный, может иметь очень высокий уровень смертности. Симптомы зависят от размера, скорости роста, местоположения и злокачественности опухолей и могут включать изменения в контроле движений, потерю слуха, головные боли и изменения в когнитивных способностях и автономном функционировании.

Специализированные профессиональные организации рекомендуют проводить неврологическую визуализацию мозга только для ответа на конкретный клинический вопрос, а не в качестве рутинного скрининга. <sup>[24]</sup>

## Ссылки

1. *Медицинский словарь Farlex Partner, Farlex 2012*.
2. Матон, Антея; Джин Хопкинс; Чарльз Уильям Маклафлин; Сьюзан Джонсон; Мэрианна Куон Уорнер; Дэвид ЛаХарт; Джилл Д. Райт (1993). *Биология человека и здоровье* (<https://archive.org/details/humanbiologyheal00scho/page/132>). Энглвуд Клиффс, Нью-Джерси, США: Prentice Hall. стр. 132–144 (<https://archive.org/details/humanbiologyheal00scho/page/132>). ISBN (<https://archive.org/details/humanbiologyheal00scho/page/132>) (<https://archive.org/details/humanbiologyheal00scho/page/132>) 0-13-981176-1.
3. Кеттенманн, Х.; Файснер, А.; Троттер, Дж. (1996). «Взаимодействие нейронов и глии при гомеостазе и дегенерации». *Comprehensive Human Physiology*. С. 533–543. doi: 10.1007/978-3-642-60946-6\_27 ([https://doi.org/10.1007%2F978-3-642-60946-6\\_27](https://doi.org/10.1007%2F978-3-642-60946-6_27)). ISBN ([https://doi.org/10.1007%2F978-3-642-60946-6\\_27](https://doi.org/10.1007%2F978-3-642-60946-6_27)) 978-3-642-64619-5.
4. Первес, Дейл (2000). *Нейробиология, второе издание* (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10799/>). Сандерленд, Массачусетс: Sinauer Associates. ISBN (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10799/>) 9780878937424. Архивировано (<https://web.archive.org/web/20140311185033/http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10799/>) из оригинала 11 марта 2014 года.
5. "Медицинские предметные рубрики (MeSH): Оптический нерв" (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68009900>). Национальная медицинская библиотека. Архивировано (<https://web.archive.org/web/20131002063049/http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68009900>) из оригинала 2 октября 2013 года. Получено 28 сентября 2013 года. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68009900>) (<https://web.archive.org/web/20131002063049/http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68009900>)
6. Эстоми Мтуи, М. Дж. Терлоу Фитцджеральд, Грегори Грюнер (2012). *Клиническая нейроанатомия и нейробиология* (6-е изд.). Эдинбург: Сондерс. п. 38. ISBN 978-0-7020-3738-2.
7. Гизуарсон С (2012). «Анатомические и гистологические факторы, влияющие на интраназальную доставку лекарств и вакцин» (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3480721>). *Current Drug Delivery*. **9**(6):566–582. doi:10.2174/156720112803529828 (<https://doi.org/10.2174%2F156720112803529828>). PMC 3480721 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3480721>). PMID22788696 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22788696>). (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3480721>) (<https://doi.org/10.2174%2F156720112803529828>) (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3480721>) (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22788696>)
8. Dalley, Arthur F.; Moore, Keith L; Agur, Anne MR (2010). *Клинически ориентированная анатомия* (6-е изд., [Международное изд.]. ред.). Филадельфия [и т. д.]: Lippincott Williams & Wilkins, Wolters Kluwer. стр. 48–55, 464, 700, 822, 824, 1075. ISBN 978-1-60547-652-0.
9. Кандель Э. Р., Шварц Дж. Х. (2012). *Принципы нейронауки* (5-е изд.). Appleton & Lange: McGraw Hill. стр. 338–343. ISBN 978-0-07-139011-8.
10. Хейзен, Р. Ньювенхейс, Дж. Вогд, К. ван (2007). *Центральная нервная система человека* (4-е изд.). Берлин: Шпрингер. п. 3. ISBN 978-3-540-34686-9.

11. Миллер АД, Захари JF (10 мая 2020 г.). «Нервная система». *Патологическая основа ветеринарных заболеваний* . стр. 805–907. е1. doi : 10.1016/B978-0-323-35775-3.00014-X (<https://doi.org/10.1016%2FB978-0-323-35775-3.00014-X>) . ISBN (<https://doi.org/10.1016%2FB978-0-323-35775-3.00014-X>) 9780323357753. ЧМЦ 7158194 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7158194>) .
12. Thau L, Reddy V, Singh P (январь 2020 г.). "Анатомия, центральная нервная система" (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542179/>) . StatPearls. PMID 31194336. (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31194336>) Получено 13 мая 2020 г. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542179/>) (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31194336>)
13. "Головной и спинной мозг – Канадское онкологическое общество" (<http://www.cancer.ca/en/cancer-information/cancer-type/brain-spinal/brain-and-spinal-tumours/the-brain-and-spinal-cord/?region=on>) . [www.cancer.ca](http://www.cancer.ca) . Получено 19 марта 2019 г. (<http://www.cancer.ca/en/cancer-information/cancer-type/brain-spinal/brain-and-spinal-tumours/the-brain-and-spinal-cord/?region=on>)
14. Гилберт, Скотт Ф.; Колледж, Свортмор; Хельсинки, Университет (2014). *Биология развития* (Десятое изд.). Сандерленд, Массачусетс: Sinauer. ISBN 978-0878939787.
15. Ракич, П. (октябрь 2009 г.). «Эволюция неокортекса: перспектива биологии развития» (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2913577>) . *Nature Reviews. Neuroscience* . **10** (10): 724–35 . doi : 10.1038/nrn2719 (<https://doi.org/10.1038%2Fnrn2719>) . PMC 2913577. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2913577>) PMID 19763105 . (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19763105>) (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2913577>) (<https://doi.org/10.1038%2Fnrn2719>) (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2913577>) (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19763105>)
16. Хикман, Кливленд П. младший; Ларри С. Робертс; Сьюзан Л. Кин; Аллан Ларсон; Хелен Л'Энсон; Дэвид Дж. Эйзенхур (2008). *Интегрированные принципы зоологии: четырнадцатое издание* . Нью-Йорк, Нью-Йорк, США: McGraw-Hill Higher Education. стр. 733. ISBN 978-0-07-297004-3.
17. Кэмпбелл, Нил А.; Джейн Б. Рис; Лиза А. Урри; Майкл Л. Кейн; Стивен А. Вассерман; Питер В. Минорски; Роберт Б. Джексон (2008). *Биология: Восьмое издание* . Сан-Франциско, Калифорния, США: Pearson / Benjamin Cummings. стр. 1065. ISBN 978-0-8053-6844-4.
18. Mineta K, Nakazawa M, Cebria F, Ikeo K, Agata K, Gojobori T (2003). «Происхождение и эволюционный процесс ЦНС, выявленные с помощью сравнительного геномного анализа EST планарий» (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164645>) . PNAS . 100 ( 13): 7666–7671 . Bibcode : 2003PNAS..100.7666M (<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2003PNAS..100.7666M>) . doi : 10.1073/pnas.1332513100 (<https://doi.org/10.1073%2Fpnas.1332513100>) . PMC 164645. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164645>) PMID 12802012 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12802012>) . (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164645>) (<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2003PNAS..100.7666M>) (<https://doi.org/10.1073%2Fpnas.1332513100>) (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164645>) (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12802012>)
19. Вольф, Харальд (2 февраля 2014 г.). «Ингибирующие мотонейроны в контроле моторики членистоногих: организация, функция, эволюция» (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/article/PMC4108845>) . *Журнал сравнительной физиологии А*. 200 ( 8). Springer: 693–710 . doi : 10.1007/s00359-014-0922-2 (<https://doi.org/10.1007%2Fs00359-014-0922-2>) . ISSN 1432-1351 (<https://search.worldcat.org/issn/1432-1351>) . PMC 4108845. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4108845>) PMID 24965579 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24965579>) . (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4108845>) (<https://doi.org/10.1007%2Fs00359-014-0922-2>) (<https://search.worldcat.org/issn/1432-1351>) (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4108845>) (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24965579>)
20. Ромер, А.С. (1949): *Тело позвоночного*. WB Saunders, Филадельфия. (2-е изд. 1955; 3-е изд. 1962; 4-е изд. 1970)

21. Бир, Марк Ф.; Барри В. Коннорс; Майкл А. Парадизо (2007). *Нейронаука: исследование мозга: третье издание* (<https://books.google.com/books?id=75NgwLzueikC&q=neuroscience+exploring+the+brain>) . Филадельфия, Пенсильвания, США: Lippincott Williams & Wilkins. стр. 196–199. ISBN (<https://books.google.com/books?id=75NgwLzueikC&q=neuroscience+exploring+the+brain>) 978-0-7817-6003-4.
22. Файнберг, ТЕ, и Маллатт, Дж. (2013). Эволюционное и генетическое происхождение сознания в кембрийский период более 500 миллионов лет назад. *Frontiers in psychology*, 4, 667. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00667>
23. Кент, Джордж К.; Роберт К. Карп (2001). *Сравнительная анатомия позвоночных: девятое издание* . Нью-Йорк, Нью-Йорк, США: McGraw-Hill Higher Education. стр. 409. ISBN 0-07-303869-5.
24. Американский колледж радиологии; Американское общество нейрорадиологии (2010). "ACR-ASNR практическое руководство по выполнению компьютерной томографии (КТ) мозга" (<https://web.archive.org/web/20120915211424/http://www.guidelines.gov/content.aspx?id=32518>) . Агентство по исследованиям и качеству в области здравоохранения . Рестон, Вирджиния, США: Американский колледж радиологии . Архивировано из оригинала (<https://www.guidelines.gov/content.aspx?id=32518>) 15 сентября 2012 г. . Получено 9 сентября 2012 г. . (<https://web.archive.org/web/20120915211424/http://www.guidelines.gov/content.aspx?id=32518>) (<https://www.guidelines.gov/content.aspx?id=32518>)

## Внешние ссылки

---

- [Обзор центральной нервной системы](https://web.archive.org/web/20120218033853/http://nba.uth.tmc.edu/neuroscience/s2/chapter01.html) (<https://web.archive.org/web/20120218033853/http://nba.uth.tmc.edu/neuroscience/s2/chapter01.html>) на Wayback Machine (архив 2012-02-18)
  - [Атласы цитоархитектуры мозга приматов высокого разрешения](https://web.archive.org/web/20191011040440/http://primate-brain.org/) (<https://web.archive.org/web/20191011040440/http://primate-brain.org/>)
  - [Объяснение нервной системы человека](https://web.archive.org/web/20170626152300/http://humannervoussystem.info/) (<https://web.archive.org/web/20170626152300/http://humannervoussystem.info/>) .
  - [Кафедра нейронауки в Викиверситете](#)
  - [Гистология центральной нервной системы](http://www.histology-world.com/photoalbum/thumbnails.php?album=16) (<http://www.histology-world.com/photoalbum/thumbnails.php?album=16>)
- 

Retrieved from "[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Central\\_nervous\\_system&oldid=1282731225](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Central_nervous_system&oldid=1282731225)"