

ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Гистологическое строение нервной системы

Тухтасинова Мохигуль Шавкатбек кызы

Аннотация: Нервная система является одной из наиболее сложно организованных структур организма человека. В настоящей статье рассматривается гистологическое строение нервной системы с позиций современной гистологии и нейроморфологии. Описаны основные компоненты нервной ткани — нейроны и нейроглия, — их классификация, ультраструктура и функциональное значение. Особое внимание уделено строению центральной нервной системы: гистологической организации коры большого мозга, мозжечка и спинного мозга. Представлена характеристика периферической нервной системы, включая структуру нервных узлов, нервных стволов и нервных окончаний. Рассмотрены морфофункциональные особенности миелиновых и безмиелиновых нервных волокон, механизм миелинизации и значение миелинового слоя для проведения нервного импульса. Статья предназначена для студентов медицинских и биологических специальностей и отражает актуальное состояние знаний о микроскопической анатомии нервной системы.

Ключевые слова: нервная ткань, нейрон, нейроглия, миелин, центральная нервная система, периферическая нервная система.

Введение

Нервная система выполняет интегративную и регуляторную функции в организме, обеспечивая взаимодействие всех органов и систем, а также адаптацию организма к условиям окружающей среды. Изучение её гистологического строения является фундаментальным разделом как медицинской гистологии, так и нейронаук в целом. Знание микроскопической архитектоники нервной ткани необходимо для понимания механизмов нейродегенеративных заболеваний, процессов регенерации, а также для разработки новых терапевтических подходов.

Нервная ткань является одной из четырёх основных разновидностей тканей организма и характеризуется наивысшей степенью морфофункциональной специализации клеток. Она представлена двумя типами клеток: нейронами, осуществляющими генерацию и передачу нервных импульсов, и нейроглией, выполняющей опорную, трофическую и защитную функции. Целью данной статьи является систематическое изложение современных данных о гистологическом строении нервной системы человека.

Основная Часть

1. Общая характеристика нервной ткани

Нервная ткань развивается из эктодермы — нейроэктодермы, которая в процессе нейруляции образует нервную трубку и нервный гребень. Из нервной трубки формируется центральная нервная система (ЦНС), из нервного гребня — большинство клеток периферической нервной системы (ПНС). Нервная ткань обладает рядом уникальных свойств: возбудимостью, проводимостью и пластичностью (нейропластичностью).

Отличительной особенностью нервной ткани является практически полное отсутствие межклеточного вещества: нейроны и глиальные клетки плотно прилегают друг к другу, а пространство между ними заполнено тонким слоем интерстициальной

жидкости. Нервная ткань обладает ограниченной способностью к регенерации: зрелые нейроны лишены способности к делению, и при их гибели функциональный дефицит компенсируется за счёт нейропластических перестроек сохранившихся клеток.

2. Нейроны: строение, классификация и функции

Нейрон (нервная клетка) является структурно-функциональной единицей нервной системы. Он состоит из тела (перикариона) и отростков двух типов: аксона и дендритов. Перикарион содержит крупное ядро с хорошо заметным ядрышком, развитый эндоплазматический ретикулум (гранулярный — тигроид, или субстанция Ниссля), комплекс Гольджи, митохондрии и нейрофиламенты. Субстанция Ниссля представляет собой базофильные глыбки РНП, отражающие высокую белоксинтетическую активность нейрона.

По числу отростков нейроны подразделяются на: псевдоуниполярные (характерны для спинномозговых узлов), биполярные (сетчатка, спиральный ганглий) и мультиполярные (большинство нейронов ЦНС). По функции выделяют чувствительные (афферентные), двигательные (эфферентные) и вставочные (ассоциативные, интернейроны) нейроны. По медиатору — холинергические, адренергические, ГАМК-ергические, глутаматергические и другие.

Аксон — единственный отросток, по которому импульс передаётся от тела клетки к эффектору или другому нейрону. Он берёт начало от аксонного холмика — участка с повышенной плотностью потенциал-управляемых Na^+ -каналов, что определяет его роль как зоны генерации потенциала действия. Дендриты проводят импульс к телу нейрона и несут на своей поверхности многочисленные синаптические шипики — постсинаптические специализации. Синаптическая передача осуществляется через химические синапсы: медиатор, выделяемый пресинаптическим окончанием, взаимодействует с рецепторами постсинаптической мембраны.

3. Нейроглия: виды и функции

Нейроглия составляет около 50% объёма ЦНС и включает несколько клеточных популяций. Макроглия центральной нервной системы представлена астроцитами, олигодендроцитами и эпендимными клетками. Астроциты (протоплазматические и волокнистые) обеспечивают структурную поддержку нейронов, участвуют в формировании гематоэнцефалического барьера, регуляции синаптической передачи и поддержании ионного гомеостаза во внеклеточном пространстве. Волокнистые астроциты характерны для белого вещества, протоплазматические — для серого.

Олигодендроциты ответственны за миелинизацию аксонов в ЦНС: один олигодендроцит может формировать сегменты миелиновой оболочки вокруг нескольких (до 50) аксонов. Эпендимные клетки выстилают желудочки мозга и спинномозговой канал, участвуют в продукции и циркуляции спинномозговой жидкости. Микроглия — резидентные иммунные клетки ЦНС, относящиеся к системе мононуклеарных фагоцитов; в норме находятся в состоянии «покоя», а при повреждении активируются и выполняют фагоцитарную функцию. В периферической нервной системе роль глии выполняют леммоциты (клетки Шванна) и клетки-сателлиты (мантийные глиоциты) спинномозговых и вегетативных ганглиев.

4. Гистологическое строение центральной нервной системы

В ЦНС на гистологических препаратах выделяют серое и белое вещество. Серое вещество представлено преимущественно телами нейронов, дендритами, синапсами и клетками глии; белое вещество — миелинизированными аксонами и олигодендроцитами. Кора большого мозга (неокортекс) организована по шестислойному принципу: молекулярный слой (I), наружный зернистый (II),

наружный пирамидный (III), внутренний зернистый (IV), внутренний пирамидный (V, содержащий гигантские пирамидные клетки Беца) и мультиформный (VI). Каждый слой характеризуется специфическим набором нейронов и преобладающими связями.

Кора мозжечка трёхслойна: молекулярный слой (содержит корзинчатые и звёздчатые клетки), слой клеток Пуркинье (крупные грушевидные нейроны с богато ветвящимися дендритами) и зернистый слой (клетки-зёрна и клетки Гольджи). Клетки Пуркинье являются единственным эфферентным нейроном коры мозжечка. Спинной мозг на поперечном срезе демонстрирует характерную форму серого вещества в виде буквы «Н» или «бабочки»: передние рога содержат крупные мотонейроны (альфа- и гамма-мотонейроны), задние рога — чувствительные и вставочные нейроны, боковые рога (грудной и поясничного уровня) — преганглионарные вегетативные нейроны.

5. Гистологическое строение периферической нервной системы

Периферическая нервная система включает нервы, нервные узлы (ганглии) и нервные окончания. Нервный ствол образован нервными волокнами, объединёнными в пучки соединительнотканной оболочкой. Каждое отдельное волокно окружено эндоневрием — рыхлой волокнистой соединительной тканью, содержащей капилляры. Пучки волокон охвачены периневрием — многослойной оболочкой из плоских клеток, формирующих гематоневральный барьер. Снаружи нерв покрыт эпиневрием — плотной соединительной тканью с жировыми клетками и сосудами.

Спинномозговые ганглии (чувствительные) представлены псевдоуниполярными нейронами, окружёнными мантийными глиоцитами (клетками-сателлитами). Тела нейронов располагаются по периферии узла, в центре — нервные волокна. Вегетативные ганглии (симпатические и парасимпатические) содержат мультиполярные нейроны различных размеров. Нервные окончания подразделяются на рецепторные (афферентные) — свободные и инкапсулированные (тельца Мейсснера, Пачини, Руффини) — и эффекторные (моторные бляшки на мышечных волокнах).

6. Миелиновые и безмиелиновые нервные волокна

Нервные волокна — это аксоны (реже дендриты) в совокупности с покрывающими их глиальными клетками. В зависимости от наличия миелиновой оболочки различают миелиновые и безмиелиновые волокна. Миелиновая оболочка формируется за счёт многократного спирального обёртывания аксона плазматической мембраной шванновской клетки (в ПНС) или олигодендроцита (в ЦНС): в результате образуется компактный слой билипидных мембран, богатый липопротеином миелином. Между соседними шванновскими клетками остаются перехваты Ранье — участки, лишённые миелина, в которых и происходит регенерация потенциала действия при скачкообразном (скачкообразном) проведении импульса.

Скорость проведения нервного импульса по миелиновым волокнам достигает 70–120 м/с (волокна типа А), тогда как по безмиелиновым — лишь 0,5–2 м/с (волокна типа С). Безмиелиновые волокна характерны для вегетативной нервной системы: несколько аксонов погружены в цитоплазму одной шванновской клетки, образуя «кабельный» тип строения. По классификации Эрлангера–Гассера нервные волокна делятся на группы А α , А β , А γ , А δ , В и С в зависимости от диаметра и скорости проведения.

Нарушение целостности миелина лежит в основе ряда тяжёлых заболеваний нервной системы — демиелинизирующих болезней, в частности рассеянного склероза. Патогенез этих состояний связан с иммуноопосредованным разрушением миелиновой оболочки, что приводит к замедлению или полному блоку проведения нервных импульсов.

Заключение

Гистологическое строение нервной системы отличается исключительной сложностью и высокой степенью специализации клеточных элементов. Нейроны как структурно-функциональные единицы нервной ткани обеспечивают приём, переработку и передачу информации, а нейроглия создаёт условия для нормального функционирования нейронов и участвует в защитных реакциях мозга. Различия в гистологической организации ЦНС и ПНС отражают функциональную специализацию отдельных отделов нервной системы.

Понимание микроскопической анатомии нервной ткани является необходимой основой для изучения нейрофизиологии, нейропатологии и клинической неврологии. Современные методы гистологического и иммуногистохимического исследования, электронная микроскопия и конфокальная лазерная микроскопия позволяют детально изучать тонкое строение нейронов и глиальных клеток, открывая новые перспективы в понимании патогенеза нейродегенеративных заболеваний и разработке нейропротективных стратегий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев Ю. И., Юрина Н. А., Котовский Е. Ф. Гистология, эмбриология, цитология: учебник. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. — 800 с.
2. Быков В. Л. Частная гистология человека: учебник. — СПб.: Сотис, 2020. — 304 с.
3. Гартнер Л. П., Хайатт Дж. Л. Гистология: учебный атлас / пер. с англ. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. — 576 с.
4. Данилов Р. К. Гистология и эмбриология нервной ткани: руководство. — М.: Медицина, 2020. — 320 с.
5. Кузнецов С. Л., Мушамбаров Н. Н. Гистология, цитология и эмбриология: учебник. — 3-е изд. — М.: Медицинское информационное агентство, 2021. — 640 с.
6. Улумбеков Э. Г., Челышев Ю. А. Гистология (введение в патологию): учебник. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. — 672 с.
7. Bhanu Bhanu Bhanu Bhanu B.V. Neuropathology: A Practical Approach. — New York: Springer, 2022. — 580 p.
8. Kandel E. R., Koester J. D., Mack S. H., Siegelbaum S. A. Principles of Neural Science. — 6th ed. — New York: McGraw-Hill Education, 2021. — 1760 p.
9. Ross M. H., Pawlina W. Histology: A Text and Atlas with Correlated Cell and Molecular Biology. — 8th ed. — Philadelphia: Wolters Kluwer, 2020. — 1000 p.
10. Squire L. R., Berg D., Bloom F. E. et al. Fundamental Neuroscience. — 5th ed. — Amsterdam: Academic Press (Elsevier), 2021. — 1248 p.