

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет» (ПГУ)

Медицинский институт

М. Г. Федорова, И. В. Латынова,
Ж. С. Вишнякова, Н. С. Аверкин

НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА И НЕРВНЫЕ ОКОНЧАНИЯ

Рабочая тетрадь

Пенза
Издательство ПГУ
2019

ФИО студента _____

№ группы _____

ФИО преподавателя _____

УДК 576.7
Ф32

Рецензент
кандидат медицинских наук,
начальник ГБУЗ «Областное бюро
судебно-медицинской экспертизы»
А. П. Столяров

Федорова, М. Г.
Ф32 Нервные волокна и нервные окончания : рабочая тетрадь /
М. Г. Федорова, И. В. Латынова, Ж. С. Вишнякова, Н. С. Аверкин. –
Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. – 20 с.

Представлены теоретический материал, задания для самоконтроля в процессе самостоятельной работы (в виде задач, таблиц и тестов, которые помогают систематизировать новые теоретические знания).

Издание подготовлено на кафедре «Клиническая морфология и судебная медицина с курсом онкологии» Медицинского института ПГУ и предназначено для аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по направлениям подготовки 31.05.01 «Лечебное дело» и 31.05.03 «Стоматология».

УДК 576.7

*Рекомендовано к изданию
методической комиссией Медицинского института
Пензенского государственного университета
(протокол № 10 от 13.06.2019)*

© Пензенский государственный
университет, 2019

Содержание

Занятие № 1. Общая характеристика нервных волокон и нервных окончаний.....	5
Библиографический список.....	19

Занятие № 1

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРВНЫХ ВОЛОКОН И НЕРВНЫХ ОКОНЧАНИЙ

Цель занятия:

1. Изучить микроскопическое и ультрамикроскопическое строение нервных волокон и нервных окончаний.

2. Изучить принцип организации рефлекторных дуг.

Вопросы к занятию:

1. Какие виды нервных волокон вы знаете? Каковы особенности их строения?

2. Назовите основные виды нервных окончаний.

3. Что такое рефлекторная дуга? Перечислите ее компоненты.

4. К какому морфологическому типу относятся чувствительный, ассоциативный и афферентный нейрон?

Оснащение занятия: световые микроскопы, набор микропрепаратов по теме занятия, плакаты по теме, морфологические атласы. Информационные материалы для работы на занятии: конспект лекции по теме, основная и дополнительная литература.

Краткое содержание темы

Нервные волокна представляют собой отростки нейронов, покрытые глиальными оболочками. Различают два вида нервных волокон – безмиелиновые и миелиновые.

Безмиелиновые нервные волокна располагаются преимущественно в составе автономной нервной системы и характеризуются сравнительно низкой скоростью проведения нервных импульсов. Они образованы тяжами нейролеммоцитов, в цитоплазму которых погружены проходящие сквозь них отростки – осевые цилиндры. При этом плазмолемма леммоцита прогибается, окружая отросток (чаще аксон), и образует дубликатуру – мезаксон. В цитоплазме одного нейролеммоцита могут находиться до 10–20 осевых цилиндров. Такое волокно называется волокном кабельного типа. Снаружи волокно покрыто базальной мембраной.

Миелиновые нервные волокна встречаются в центральной и периферической нервной системе и характеризуются высокой скоростью проведения нервных импульсов. Они обычно толще безмиелиновых, состоят из центрально лежащего отростка нейрона (осевого цилиндра), окруженного миелиновой оболочкой. Эта оболочка состоит из многочисленных витков мембраны гли-

альной клетки и интенсивно окрашивается осмиевой кислотой. Миелиновая оболочка образована олигодендроцитами в ЦНС и шванновскими клетками (нейролеммоцитами) в периферической нервной системе.

Образование миелиновой оболочки происходит с некоторыми различиями в центральной и периферической нервной системе.

В периферической нервной системе погружение осевого цилиндра в леммоцит сопровождается формированием длинного мезаксона, который начинает вращаться вокруг аксона, образуя витки миелиновой оболочки. По мере увеличения числа витков в процессе созревания миелина они располагаются все более плотно и частично сливаются. Промежутки между витками, заполненные цитоплазмой леммоцита, заполненные цитоплазмой леммоцита, сохраняются лишь в отдельных участках, которые не окрашиваются осмием и называются Шмидта-Лантермана. При формировании миелиновой оболочки цитоплазма и ядро леммоцита оттесняются к периферии волокна, образуя нейролемму. Снаружи волокно покрыто базальной мембраной.

Каждый леммоцит покрывает сегмент волокна, участки границ соседних клеток немиелинизированы и называются узловыми перехватами Ранвье, таким образом, по длине волокна миелиновая оболочка имеет прерывистый ход. При электронной микроскопии в области перехвата выявляются узловое расширение аксона и интердигитации цитоплазмы соседних нейролеммоцитов. Миелиновая оболочка является биологическим изолятором. Распространение деполяризации в миелиновом волокне осуществляется скачками от перехвата к перехвату.

Миелиновые волокна ЦНС не имеют насечек миелина и не окружены базальными мембранами.

Нервные окончания представляют собой концевые аппараты нервных отростков. По функции они разделяются на три группы:

- 1) аксональные терминалы в межнейронных контактах (обеспечивают связь между нейронами);
- 2) эфферентные окончания (передают сигналы из нервной системы на исполнительные органы, имеются на аксонах);
- 3) рецепторные окончания (воспринимают раздражения из внешней и внутренней среды, имеются на дендритах).

В зависимости от способов передачи возбуждения выделяют химические и электрические синапсы.

Электрические контакты по строению близки к нексусам. В них обмен происходит в обе стороны.

Химические синапсы для передачи возбуждения от одной нервной клетки к другой используют специальные вещества – медиаторы. Химический синапс обеспечивает однонаправленную передачу возбуждения.

Строение химического синапса:

- 1) пресинаптическая зона – пресинаптическое расширение (терминаль) аксона, в котором содержатся синаптические пузырьки, элементы цитоскелета, митохондрии, пресинаптическое утолщение плазмолеммы аксона;

2) синаптическая щель, в которую поступают медиаторы из пресинаптической зоны, обеспечивает быстрый направленный квантованный транспорт медиатора;

3) постсинаптическая зона – область второго нейрона, или другой иннервируемой клетки, – утолщение плазмолеммы, содержащее рецепторы к медиатору.

Ацетилхолин и норадреналин – наиболее распространенные медиаторы. В синапсах, где передача импульса совершается с помощью ацетилхолина (холинергические синапсы), синаптические пузырьки округлые прозрачные диаметром 3–50 нм. Холинергическими являются парасимпатические и преганглионарные симпатические синапсы, нейромышечные синапсы и некоторые синапсы ЦНС. В синапсах, в которых в качестве нейромедиатора используется норадреналин (адренергические синапсы), имеются синаптические пузырьки диаметром 50–90 нм с электронно-плотной сердцевиной диаметром 15–25 нм. Норадреналин является медиатором постганглионарных симпатических синапсов.

Пресинаптическая мембрана – это плазмолемма клетки, передающей импульс. В ней обнаруживаются участки утолщения – активные зоны, в которых происходит экзоцитоз нейромедиатора. Зоны расположены напротив скоплений рецепторов в постсинаптической мембране. Плазмолемма в активной зоне содержит потенциалзависимые Ca^{2+} -каналы. При деполяризации мембраны каналы открываются, и происходит экзоцитоз нейромедиатора.

Синаптическая щель между пре- и постсинаптической мембранами имеет ширину 20–30 нм. Мембраны прочно прикреплены друг к другу в синаптической области филаментами, пересекающими синаптическую щель.

Постсинаптическая мембрана – это участок плазмолеммы клетки, который содержит рецепторы нейромедиатора, ионные каналы. Здесь обнаруживаются постсинаптические уплотнения толщиной 20–70 нм в виде однородного электронно-плотного образования или отдельных телец округлой формы. Уплотнения состоят из филаментозно-гранулярной основы, которая объединяется с постсинаптическим цитоскелетом.

Эфферентные нервные окончания бывают двух типов – двигательные и секреторные.

Двигательные нервные окончания – это концевые аппараты аксонов двигательных клеток соматической или автономной нервной системы. При их участии нервный импульс передается на ткани рабочих органов.

Двигательное окончание в поперечно-полосатых мышцах называется нервно-мышечный синапс. Нервно-мышечный синапс состоит из концевого ветвления осевого цилиндра (аксона) нервного волокна и специализированного участка мышечного волокна. Миелиновое нервное волокно, приближаясь к мышечному волокну, теряет слой миелина и формирует специализиро-

ванное нейромышечное окончание. Базальная мембрана нейролеммоцитов продолжается в базальную мембрану мышечного волокна. Плазмолемма терминальных ветвей аксона и сарколемма мышечного волокна разделены синаптической щелью, заполненной аморфным веществом. Сарколемма мышечного волокна образует многочисленные складки, формирующие вторичные синаптические щели нейромышечного соединения. В этой области мышечное волокно не имеет типичной поперечной исчерченности и характеризуется обилием митохондрий, скоплением круглых или слегка овальных ядер. Саркоплазма с митохондриями и ядрами в совокупности образует постсинаптическую часть синапса. Медиатором является ацетилхолин.

Двигательные нервные окончания в гладкой мышечной ткани представляют собой четкообразные утолщения аксона, идущего среди гладких миоцитов. Утолщения содержат адренергические или холинергические пресинаптические пузырьки. Постсинаптических профилей – нет. Нейролеммоциты в области указанных утолщений часто отсутствуют.

Сходное строение имеют секреторные нервные окончания. Они представляют собой концевые утолщения терминалей или утолщения по ходу нервного волокна, содержащие пресинаптические пузырьки, главным образом, холинергические.

Рецепторы – это специализированные концевые аппараты дендритов чувствительных нейронов. Рецепторы рассеяны по всему организму и воспринимают различные раздражения как из внешней среды, так и от внутренних органов. Соответственно, выделяют две группы рецепторов: экстерорецепторы и интерорецепторы.

Экстерорецепторы воспринимают внешние раздражители – слуховые, зрительные, обонятельные, вкусовые, осязательные.

Интерорецепторы находятся во внутренних органах – висцерорецепторы (сигнализирующие о состоянии внутренних органов) и проприорецепторы (или рецепторы опорно-двигательного аппарата).

По специфичности восприятия выделяют хеморецепторы, механорецепторы, барорецепторы, терморецепторы.

По строению рецепторы делятся на свободные и несвободные.

Свободные нервные окончания представляют собой терминальные ветвления дендрита чувствительного нейрона.

В несвободных нервных окончаниях концевые разветвления окружены глиальными клетками, содержат специальные клетки. Практически все окончания такого типа – механорецепторы.

Несвободные окончания, покрытые соединительнотканной капсулой, называются инкапсулированными. К группе таких чувствительных окончаний относятся пластинчатые тельца Фатера–Пачини, осязательные тельца Мейснера, тельца Руффини, колбы Краузе.

Рефлекторная дуга.

Цепь нейронов, связанных друг с другом синапсами и обеспечивающая проведение нервного импульса от рецептора чувствительного нейрона до эфферентного окончания двигательного нейрона в рабочем органе называется рефлекторной дугой.

Функциональная классификация нейронов разделяет их по характеру выполняемой ими функции на три типа:

1) *чувствительные (афферентные) нейроны* генерируют нервные импульсы под влиянием изменений внешней или внутренней среды. Рецепторное звено образовано чувствительными нейронами. Перикарионы этих нейронов располагаются в чувствительных нервных узлах. Дендриты клеток образуют афферентные нервные окончания, а аксоны вступают в центральную нервную систему, где, образуя синапсы, передают импульс на нейроны следующего звена дуги;

2) *ассоциативные (вставочные) нейроны (интернейроны)* осуществляют связи между нейронами и количественно преобладают над нейронами других типов, составляя в нервной системе около 99,98 %, от общего числа клеток. Ассоциативное звено представлено мультиполярными вставочными нейронами, находящимися в пределах ЦНС. Их аксоны передают импульсы на нейроны эффекторного звена.

3) *эфферентные нейроны* передают сигналы на рабочие органы. Эффекторное звено представлено мультиполярными нейронами. Их аксоны в составе нервных стволов направляются к структурам рабочих органов.

Задание: *заполните таблицы, решите ситуационные задачи.*

1. Установите соответствие между видом нервных окончаний и их характеристикой.

Вид нервных окончаний	Характеристика нервных окончаний
1) эффекторные	а) специализированные концевые образования дендритов чувствительных нейронов
	б) к их числу относят двигательные нервные окончания поперечнополосатых и гладких мышц и секреторные окончания железистых органов
2) рецепторные	в) осевой цилиндр, распаваясь на несколько терминальных веточек, погружается в специализированную шипу мышечного волокна
	г) они подразделяются на свободные нервные окончания, состоящие только из терминальных ветвей дендрита чувствительной клетки, и несвободные, содержащие в своем составе клетки глии
3) концевые аппараты в составе межнейрональных синапсов	д) образуются при плотном прилегании плазмолемм, двух нейронов, преимущественно их дендритов, и перикариона
	е) специализированный контакт двух нейронов, обеспечивающий одностороннее проведение нервного возбуждения

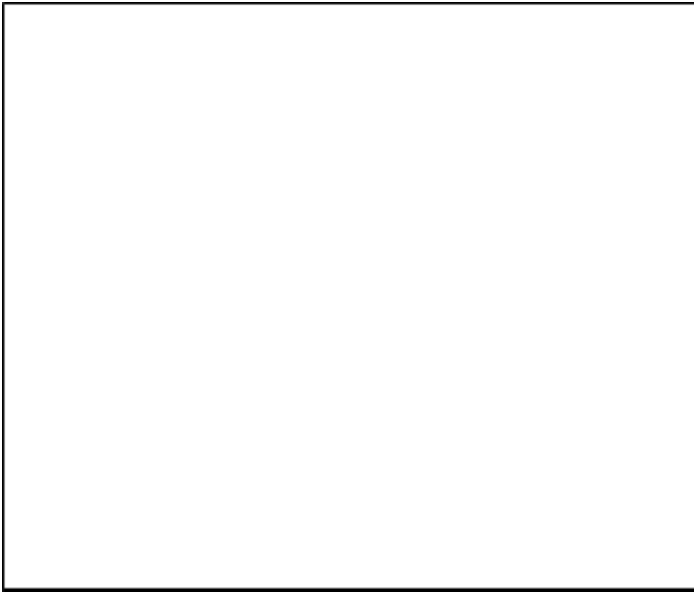
2. Установите соответствие между типом нервного волокна и его характеристикой.

Тип нервного волокна	Характеристика нервного волокна
а) миелиновое волокно	1) обычно – несколько осевых цилиндров, располагающихся по периферии волокна
	2) один осевой цилиндр находится в центре волокна
	3) осевые цилиндры – это, как правило, аксоны эфферентных нейронов вегетативной нервной системы
	4) осевой цилиндр может быть как аксоном, так и дендритом нейрона
	5) обеспечивает проведение сигнала от тела нейрона
	6) ядра олигодендроцитов находятся в центре волокон
б) безмиелиновое волокно	7) мезаксон многократно закручивается вокруг осевого цилиндра, образуя миелиновый слой
	8) мезаксоны осевых цилиндров – короткие
	9) ядра и цитоплазма леммоцитов отеснены к периферии волокна
	10) Na^+ -каналы – только в перехвате Ранвье
	11) Na^+ -каналы располагаются по всей длине осевого цилиндра
	12) ядра олигодендроцитов находятся в центре волокон

Зарисуйте безмиелиновые и миелиновые нервные волокна и укажите структурные компоненты, используя атлас микроскопического и ультрамикроскопического строения клеток, тканей и органов.



Безмиелиновые нервные волокна



Миелиновые нервные волокна

Задача № 1

Исследована скорость передачи нервного импульса различных нервных волокон. Обнаружено, что скорость проведения у первых – 1–2 м/с, у вторых – 5–120 м/с. К какому типу относятся первые и вторые нервные волокна?

Ответ: _____

Задача № 2

На месте перерезки нервного волокна возник грубый соединительнотканый рубец. Как это отразится на процессе регенерации нервного волокна?

Ответ: _____

Задача № 3

Перерезано нервное волокно. На препарате обнаружены булабовидные расширения осевого цилиндра (колбы роста). К какому отрезку нервного волокна относится исследуемый участок?

Ответ: _____

Задача № 4

На одном из препаратов предоставлено нервное окончание, окруженное соединительнотканной капсулой, на другом – капсула отсутствует, ветвление осевого цилиндра сопровождается леммоцитами. К какому морфологическому типу относятся эти нервные окончания?

Ответ: _____

Задача № 5

На одном из микропрепаратов представлено конечное ветвление осевого цилиндра, сопровождаемое глиоцитами, на другом – ветвление только осевого цилиндра. К какому морфологическому типу относится первое и второе нервные окончания?

Ответ: _____

Задача № 6

В эксперименте перерезаны чувствительные нервные волокна, идущие к коже. Какие структурные и функциональные изменения будут наблюдаться при этом в коже?

Ответ: _____

Задача № 7

Введено вещество, блокирующее синтез медиатора в чувствительном нейроне. Какие ультраструктурные и функциональные изменения наступят в рефлекторной дуге?

Ответ: _____

Задача № 8

На приеме больной предъявляет жалобы, что он не чувствует легкого прикосновения к коже и боли, но чувствует давление на кожу. Какие рецепторные окончания кожи повреждены, а какие сохранены?

Ответ: _____

Задача № 9

Процесс миелинизации нервных волокон не заканчивается к рождению, а продолжается до 2–4 лет. Образование миелиновых оболочек особенно усиливается у ребенка с 8 мес. жизни. С чем это связано?

Ответ: _____

Задача № 10

При проведении наркоза препаратами кураре у пациента произошла блокада ацетилхолиновых рецепторов на постсинаптической мембране нервно-мышечного синапса. К чему это приведет?

Ответ: _____

Тестовые задания

Задание. Выберите один или несколько правильных ответов.

1. В понятие «периневрий» входит...

- а) тонкий слой соединительной ткани вокруг каждого нервного волокна;
- б) нервные клетки вблизи нервного ствола;
- в) ретикулярная ткань вокруг пучков нервных волокон;
- г) контролирует проницаемость и поддерживает гомеостаз эндоневрия;
- д) образован олигодендроцитами.

2. К структурам периферического нерва не относится...

- а) эндоневрий;
- б) кровеносные сосуды;
- в) фибробласты;
- г) нервы нервов;
- д) астроциты.

3. Укажите нервные окончания, в функцию которых не входит механорецепция...

- а) тельце Пачини;

- б) сухожильный орган Гольджи;
- в) мышечное веретено;
- г) комплекс клетки Мёркеля с нервной терминалью;
- д) свободные нервные окончания.

4. Для нервно-мышечного синапса не характерно...

- а) ацетилхолин – содержимое светлых синаптических пузырьков;
- б) постсинаптическая мембрана – область наибольшего скопления холинорецепторов;
- в) нервная терминаль окружена шванновской клеткой;
- г) синаптические везикулы выходят в синаптическую щель;
- д) синоним – мышечное веретено.

5. В миелиновом волокне центральной нервной системы не различают...

- а) перехват Ранвье;
- б) насечки Шмидта-Лантермана;
- в) мезаксон;
- г) шванновские клетки;
- д) осевой цилиндр.

6. К неинкапсулированным нервным окончаниям относят...

- а) тельце Руффини;
- б) комплекс клетки Меркеля с нервной терминалью;
- в) свободное нервное окончание;
- г) тельце Пачини;
- д) тельце Мейсснера.

7. Не происходят после повреждения периферического нерва следующие процессы:

- а) дегенерация нервных волокон на небольшом протяжении центрального отрезка;
- б) разрушение осевых цилиндров и распад миелина на всем протяжении периферического отрезка;
- в) разрушенные осевые цилиндры и миелин фагоцитируются макрофагами;
- г) аксоны растут, ориентируясь по цепочкам, из фибробластов;
- д) шванновские клетки определяют направленный рост аксонов.

8. Клетки, которые в эпидермисе кожи вместе с терминалями афферентных волокон образуют тактильные рецепторы, – это...

- а) кератиноциты;
- б) клетки Лангерганса;
- в) клетки Меркеля;

- г) меланоциты;
- д) клетки-сателлиты.

9. Мезаксон представляет собой...

- а) осевой цилиндр;
- б) сближенные участки цитоплазматической мембраны нейролеммоцита;
- в) сближенные участки базальных мембран;
- г) сближенные участки цитоплазматических мембран нейроцитов;
- д) межузловой сегмент.

10. К двигательным нервным окончаниям относится...

- а) пластинчатое тельце;
- б) нервно-мышечный синапс;
- в) осязательное тельце;
- г) нервно-мышечное веретено;
- д) нервно-сухожильное веретено.

11. К чувствительным нервным окончаниям не относится...

- а) нервно-сухожильное веретено;
- б) осязательное тельце;
- в) нервно-мышечное веретено;
- г) пластинчатое тельце;
- д) нервно-мышечный синапс.

12. В признаки синапса не входит...

- а) пресинаптическая часть содержит скопления синаптических пузырьков и митохондрий;
- б) синаптические пузырьки содержат чаще всего ацетилхолин;
- в) на внутренней стороне пресинаптической мембраны имеется электронно-плотное вещество;
- г) синаптические пузырьки содержат чаще всего серотонин;
- д) постсинаптическая часть содержит цистерны гладкой эндоплазматической сети.

13. В состав инкапсулированного нервного окончания не входит...

- а) миелиновое волокно;
- б) леммоциты;
- в) фибробласты;
- г) плазматические клетки;
- д) соединительная ткань.

14. При регенерации нервных волокон после сдавливания не происходит...

- а) тигролиза;
- б) разрушения миелина;
- в) гибели шванновских клеток в дистальном отрезке;
- г) распада нервных окончаний;
- д) фагоцитоза фрагментов поврежденных нервных волокон.

15. Классификация нервных волокон...

- а) основана на различиях их строения;
- б) основана на различиях в скорости проведения нервных импульсов;
- в) основана на различиях в диаметре волокон;
- г) основана на различиях в направлении проводимых импульсов;
- д) различают три основных типа нервных волокон.

16. Среди синапсов, согласно классификации, не существуют...

- а) аксодендритические;
- б) аксо-аксональные;
- в) аксосоматические;
- г) дендродендритические;
- д) дендросоматические.

17. Процессы, не имеющие отношения к механизму синаптической передачи, – это...

- а) синтез и хранение нейромедиатора;
- б) секреция нейромедиатора;
- в) взаимодействие нейромедиатора с рецептором;
- г) транспорт синаптических пузырьков по аксону;
- д) удаление нейромедиатора из синаптической щели.

18. Функциями нервной системы являются следующие:

- а) интегративная;
- б) регуляторная;
- в) координационная;
- г) депонирующая;
- д) взаимодействие с внешней средой.

19. В состав соматической рефлекторной дуги не входят...

- а) паравертебральные ганглии;
- б) афферентные псевдоуниполярные нейроны спинальных ганглиев;
- в) вставочные нейроны задних рогов спинного мозга;
- г) мотонейроны передних рогов спинного мозга;
- д) превертебральные ганглии.

20. В состав вегетативной рефлекторной дуги не входят...

- а) чувствительные нервные окончания в сосудах, железах и т.д.;
- б) афферентные псевдоуниполярные нейроны;
- в) мультиполярные вставочные нейроны боковых рогов спинного мозга;
- г) мотонейроны передних рогов спинного мозга;
- д) мультиполярные нейроны вегетативных ганглиев.

21. Для нервных центров характерно следующее:

- а) это скопления нервных клеток в нервной системе;
- б) центры ядерного типа – вегетативные ганглии, ядра ЦНС;
- в) центры экранного типа в коре и сетчатке глаза;
- г) осуществляют процессы конвергенции и дивергенции нервного возбуждения;
- д) не функционируют по принципу обратной связи.

22. Преганглионарные нервные волокна вегетативной нервной системы выходят из спинного мозга в составе...

- а) задних корешков;
- б) передних корешков;
- в) комиссуральных пучков;
- г) белого вещества спинного мозга;
- д) спинно-мозжечковых путей.

23. Непосредственно собственной оболочкой нервных волокон в составе нерва является...

- а) эпиневрй;
- б) периневрй;
- в) эндоневрий;
- г) слой лимфоцитов;
- д) слой астроцитов.

24. Миелиновая оболочка периферических нервных волокон образована...

- а) уплотнённым межклеточным веществом, содержащим белки и фосфолипиды;
- б) элементами цитоскелета шванновских клеток;
- в) специализированной частью периневрия;
- г) плазматической мембраной шванновских клеток;
- д) спирально закрученной мембраной аксона.

25. Чувствительное нервное окончание, ответственное за термовосприятие, – это...

- а) тельце Руффини;

- б) осязательное тельце Мейсснера;
- в) сухожильный орган Гольджи;
- г) пластинчатое тельце Пачини;
- д) свободное нервное окончание.

26. Медиатор в нервно-мышечном синапсе скелетной мышцы – это...

- а) глицин;
- б) ацетилхолин;
- в) дофамин;
- г) норадреналин;
- д) адреналин.

Подпись преподавателя _____

Библиографический список

Основной

1. Гистология, цитология и эмбриология : учебник / под ред. Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юриной. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Медицина, 2006. – 768 с.

2. Быков, В. Л. Частная гистология (краткий обзорный курс) : учебник / В. Л. Быков. – Санкт-Петербург : Сотис, 2007. – 304 с.

3. Атлас микроскопического и ультрамикроскопического строения клеток, тканей и органов : учеб. пособие / В. Г. Елисеев, Ю. И. Афанасьев, Е. Ф. Котовский, А. Н. Яцковский. – 5-е изд., перераб. доп. – Москва : Медицина, 2004. – 448 с.

Дополнительный

1. Быков, В. Л. Цитология и общая гистология. Функциональная морфология клеток и тканей человека : учебник / В. Л. Быков. – Санкт-Петербург : Сотис, 2007. – 520 с.

2. Гарстукова, Л. Г. Наглядная гистология (общая и частная) : учеб. пособие / Л. Г. Гарстукова, С. Л. Кузнецов, В. Г. Деревянко. – Москва : Мед. информ. агентство, 2008. – 204 с.

3. Гистология: атлас для практических занятий : учеб. пособие / Н. В. Бойчук, Р. Р. Исламов, С. Л. Кузнецов, Ю. А. Чельшев. – Москва : ГЭОТАР-МЕДИА, 2008. – 160 с.

4. Кузнецов, С. Л. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии: атлас : учеб. пособие. – 2-е изд., доп. и перераб. / С. Л. Кузнецов, Н. Н. Мушкамбаров, В. Л. Горячкина. – Москва : Мед. информ. агентство, 2006. – 376 с.

5. Кузнецов, С. Л. Гистология, цитология и эмбриология : учебник / С. Л. Кузнецов, Н. Н. Мушкамбаров. – Москва : Мед. информ. агентство, 2007. – 600 с.

6. Судаков, К. В. Нормальная физиология : учебник / К. В. Судаков. – Москва : Мед. информ. агентство, 2006. – 920 с.

Программное обеспечение и интернет-ресурсы

1. Консультант студента. – URL: <http://www.studmedlib.ru>

2. Научная электронная библиотека. – URL: <http://elibrary.ru>

3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru>

Учебное издание

Федорова Мария Геннадьевна,
Латынова Ирина Владимировна,
Вишнякова Жанна Сергеевна,
Аверкин Никита Сергеевич

НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА И НЕРВНЫЕ ОКОНЧАНИЯ

Редактор *Е. Г. Акимова*
Технический редактор *С. В. Денисова*
Компьютерная верстка *С. В. Денисовой*

Подписано в печать 20.09.2019.
Формат 60×84¹/₈. Усл. печ. л. 2,33.
Тираж 30. Заказ № 335.

Издательство ПГУ
440026, Пенза, Красная, 40
Тел./факс: (8412) 56-47-33; e-mail: iic@pnzgu.ru



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Медицинский институт

М. Г. Федорова, И. В. Латынова,
Ж. С. Вишнякова, Н. С. Аверкин

НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА И НЕРВНЫЕ ОКОНЧАНИЯ

Рабочая тетрадь

ПЕНЗА 2019