

Содержание

Предисловие к изданию на русском языке.	12
Введение	13
Благодарности.	14
Список сокращений и условных обозначений	15

Часть I

Анатомическая и функциональная организация . . . 17

1. Развитие нервной системы	18
Развитие спинного мозга	19
Развитие головного мозга.	19
2. Организация нервной системы	21
Вегетативная нервная система.	22
Периферическая нервная система	22
Спинной мозг	22
Ствол головного мозга, черепные нервы и мозжечок	22
Полушария головного мозга.	22
Мозговые оболочки	23
3. Вегетативная нервная система	24
Анатомия вегетативной нервной системы.	25
Клинические особенности поражения вегетативной нервной системы	25
4. Энтеральная нервная система.	27
Структура энтеральной нервной системы.	28
Функции энтеральной нервной системы	28
Расстройства энтеральной нервной системы.	28
5. Мозговые оболочки и спинномозговая жидкость	29
Выработка и циркуляция спинномозговой жидкости.	30
Гематоэнцефалический барьер	30
Клинические расстройства.	30
6. Кровоснабжение центральной нервной системы	32
Кровоснабжение головного мозга	33
Венозный дренаж головного мозга	34
Кровоснабжение спинного мозга.	34
7. Черепные нервы	35
Обонятельный нерв	35
Зрительный нерв	35
Глазодвигательный нерв	36
Блоковый нерв.	36
V черепной нерв — тройничный.	36
VI черепной нерв — отводящий	36

VII черепной нерв — лицевой	36
VIII черепной нерв — вестибулокохлеарный	36
IX черепной нерв — языкоглоточный	36
X черепной нерв — блуждающий	37
XI черепной нерв — добавочный	37
XII черепной нерв — подъязычный	37
8. Анатомия ствола головного мозга	38
Важные стволовые структуры	39
9. Организация спинного мозга	40
Общая структура	40
Организация сенсорных афферентных волокон, входящих в спинной мозг	41
Сенсорная обработка в заднем роге	41
Восходящие сенсорные пути в спинном мозге	41
Спинномозговые мотонейроны	41
Нисходящие двигательные пути	41
Двигательные цепи спинного мозга (см. главы 35 и 37)	41
Клинические особенности повреждения спинного мозга (см. главу 55)	42
10. Организация коры головного мозга и таламуса	43
Анатомическая организация коры головного мозга	44
Организация развития коры головного мозга	44
Нейрофизиологическая организация коры головного мозга	44
Функциональная организация коры головного мозга	44
Анатомическая и функциональная организация таламуса	45
11. Гипоталамус	46
Функции гипоталамуса	46

Часть II

Клетки и нейрофизиология	49
12. Клетки нервной системы I: нейроны	50
Нейроны	50
Синапсы	51
13. Клетки нервной системы II: нейроглиальные клетки	53
14. Ионные каналы	56
Клинические расстройства ионных каналов	57
15. Мембранный потенциал покоя и действия	59
Мембранный потенциал покоя	60
Формирование потенциала действия	60
Последовательность событий в формировании потенциала действия	60
16. Нервно-мышечное соединение и синапсы	62
Нервно-мышечная передача (модель синаптической передачи)	62
Нарушения нервно-мышечной передачи	63
Электрические синапсы	64
17. Нервная проводимость и синаптическая интеграция	65
Нервная проводимость	65
Синаптическая интеграция	66
18. Нейротрансмиттеры, рецепторы и их пути	68
Нейротрансмиттеры и синаптическая функция	68
Разнообразие и анатомия нейромедиаторных путей	69
19. Основные нейромедиаторы центральной нервной системы и их функция	71

20. Структура скелетных мышц	74
Строение скелетных мышц	74
Патология структурных белков в скелетных мышцах — мышечные дистрофии	75
Расстройства, связанные с воспалением скелетных мышц, — миозиты	76
21. Сокращение скелетных мышц	77
Краткая последовательность событий при сокращении мышцы.	77
Последовательность событий при сокращении мышцы . . .	78
Нарушения мышечного сокращения	78

Часть III

Сенсорные системы 79

22. Сенсорные системы: обзор	80
Чувствительные рецепторы	81
Восходящие сенсорные пути в спинном мозге.	81
Чувствительные пути	82
23. Сенсорная трансдукция	83
Фототрансдукция	84
Обонятельная трансдукция.	84
Слуховая трансдукция.	84
Другие процессы трансдукции	85
24. Зрительная система I: глаз и сетчатка	86
Оптические свойства глаза.	86
Анатомия и функция сетчатки	87
25. Зрительная система II: зрительные пути и подкорковые зрительные области	89
Латеральное колленчатое тело	90
Верхние бугорки четверохолмия	90
Претектальные структуры и реакция зрачка на свет.	90
Супрахиазматическое ядро гипоталамуса	91
26. Зрительная система III: области зрительной коры.	92
Первичная зрительная кора (поле Бродмана 17)	92
Модель Хьюбела и Визеля	93
Функции первичной зрительной коры (поле Бродмана 17)	93
Визуальная ассоциация или экстрастриарные области	94
27. Слуховая система I: ухо и улитка.	95
Свойства звуковых волн	96
Наружное и среднее ухо	96
Внутреннее ухо и улитка	96
Глухота	97
28. Слуховая система II: слуховые пути и язык	98
Слуховые пути	99
Речь	99
29. Вестибулярная система	100
Вестибулярная трансдукция.	101
Поражение периферической части вестибулярной системы	101
Центральная часть вестибулярной системы и вестибулярные рефлексы	102
Поражение центральной части вестибулярной системы	102

30. Обоняние и вкус	103
Обоняние	104
Вкус	104
31. Соматосенсорная система	106
Чувствительные рецепторы	107
Путь «задний канатик — медиальная петля»	107
Первичная и вторичная сенсорная кора	107
Поражение соматосенсорной системы	108
32. Системы болевой чувствительности I: ноцицепторы и ноцицептивные пути	109
Ноцицепторы	109
Хроническая и отраженная боль	110
Ноцицептивные пути	110
33. Системы болевой чувствительности II: фармакология и управление	112
Противоболевая терапия	112
34. Ассоциативные зоны коры: задняя теменная и префронтальная кора	115
Задняя теменная кора	115
Префронтальная кора головного мозга	116

Часть IV

Двигательные системы 119

35. Организация двигательных систем	120
36. Мышечное веретено и нижний мотонейрон	123
Нижний мотонейрон	123
Мышечное веретено	124
Рекрутирование и повреждение мотонейронов	125
37. Моторная организация спинного мозга и локомоция	126
Моторная организация спинного мозга	126
Нисходящие двигательные пути	126
Локомоция	127
Заболевания спинного мозга с нарушением моторного контроля спинного мозга и локомоции	128
38. Моторные зоны коры головного мозга	129
Первичная моторная кора	129
Другие области коры головного мозга	129
39. Первичная моторная кора	131
40. Базальные ганглии: анатомия и физиология	133
41. Базальные ганглии: заболевания и методы их лечения	135
Болезнь Паркинсона	136
Болезнь Хантингтона	137
Другие заболевания с поражением базальных ганглиев	137
42. Мозжечок	138
Организация мозжечка	138
Долговременная депрессия и моторное обучение	140
Микроскопическая организация мозжечка	140
Клинические особенности повреждения мозжечка	140
Функция мозжечка	141

Часть V

Когнитивные функции и нейропластичность 143

43. Ретикулярная формация и сон	144
Сон	144
Паттерны электроэнцефалограммы во время состояний сознания и медленноволнового сна	144

Нейронные механизмы сна	145
Нарушения сна	145
44. Лимбическая система и долговременная потенция	147
Анатомия лимбической системы	147
Функции лимбической системы	148
Долговременная потенция	148
45. Память	150
Рабочая память	150
Долговременная память	151
46. Эмоции, мотивация и наркотическая зависимость	153
Эмоции	153
Мотивация	154
Наркотическая зависимость	154
47. Нейропластичность и нейротрофические факторы I: периферическая нервная система	156
Восстановление в периферической нервной системе	157
Нейротрофические факторы	157
48. Нейропластичность и нейротрофические факторы II: центральная нервная система	158
Пластичность в развивающейся зрительной системе	159
Пластичность во взрослом состоянии	159
Ограничения регенеративной способности центральной нервной системы взрослого человека	160
49. Методы изучения нервной системы	161
Генетически модифицированные животные	161
Очаговая стимуляция нервной системы	162
Очаговое торможение нервной системы	162
Регистрация функции нервной системы	162
Анатомические исследования	163
Биохимические/молекулярные исследования	163
Исследования <i>in vitro</i>	163

Часть VI

Прикладная нейробиология: принципы неврологии и психиатрии 165

50. Подход к пациенту с неврологическими проблемами	166
Сбор анамнеза	167
Осмотр	167
Лабораторное и инструментальное обследование (см. главы 52 и 53)	167
Синкопе (см. главу 61)	167
Головокружение	167
Чувствительные симптомы (см. главу 54)	167
Усталость	167
51. Неврологический осмотр	168
Когнитивная оценка	168
Черепные нервы	169
Оценка двигательной функции конечностей	169
Оценка чувствительной сферы	170
52. Исследование нервной системы	171
Сбор анамнеза и осмотр (см. главы 50 и 51)	171
Анализ крови	171
Визуализация (см. главу 53)	171
Электрофизиологические методы	172
Анализ спинномозговой жидкости	173
Биопсия нервов и мышц	173
Биопсия головного мозга	173

53. Визуализация центральной нервной системы	174
Структурная визуализация	174
Функциональное сканирование	176
54. Клинические расстройства чувствительной сферы	177
Периферические нервы	178
Спинной мозг	178
Головной мозг	179
55. Клинические расстройства двигательной сферы	180
Мышцы (см. главы 20 и 21)	181
Нервно-мышечное соединение (см. главы 16 и 62).	181
Периферические нервы	181
Спинной мозг	181
Головной мозг	181
Поражение других отделов нервной системы	182
56. Движения глаз	183
Типы движения глаз	184
Анатомия и физиология контроля движений глаз центральной нервной системой	184
57. Нейрохимические расстройства I: аффективные расстройства	186
Депрессия.	186
58. Нейрохимические расстройства II: шизофрения	189
Этиология	189
Дофаминовая гипотеза шизофрении.	190
Когнитивная функция при шизофрении	190
Лечение.	190
59. Нейрохимические расстройства III: тревога	192
Тревожные расстройства	193
Лечение.	193
60. Нейродегенеративные расстройства	195
Этиология	195
Роль воспаления	197
Лечение.	197
61. Нейрофизиологические расстройства: эпилепсия	198
Определение и классификация эпилепсии	198
Патогенез эпилепсии.	198
Лечение эпилепсии	199
62. Нейроиммунологические расстройства	201
Иммунологическая сеть центральной нервной системы	201
Заболевания центральной нервной системы с иммунологической основой.	202
Заболевания периферической нервной системы с иммунологической основой.	203
63. Нейрогенетические расстройства	204
Расстройства с делециями генов.	205
Заболевания с дупликациями генов.	205
Заболевания, связанные с генными мутациями	205
Заболевания, проявляющиеся генетическим импринтингом.	205
Митохондриальные расстройства	205
Заболевания с тринуклеотидными повторами	205
Общегеномные исследования ассоциаций	206
64. Цереброваскулярные заболевания	207
Определение инсульта.	208
Диагностика инсульта	208

Редкие причины инсульта	208
Лечение инсульта	208
65. Нейрорадиологическая анатомия	210
Магнитно-резонансная томография полушарий головного мозга	211
Магнитно-резонансная томография задней черепной ямки	212
Магнитно-резонансная томография спинного мозга	212
Сосудистая сеть головного мозга	212



История нейробиологических открытий 213

66. Исторические открытия в области неврологии	214
Временная шкала.	216



Клинические случаи для самопроверки 217

Клинические случаи и вопросы	218
Ответы.	225

Дополнительные электронные материалы	232
Предметный указатель	233

Предисловие к изданию на русском языке

Клиническое мышление невролога, пожалуй, самое логичное по сравнению с другими медицинскими специалистами. Оно основано на четких знаниях анатомии и функций структур нервной системы. Совершенно правильно утверждение, что невролог должен обладать анатомо-физиологическим зрением. Чтобы хорошо определять топический диагноз, то есть место расположения патологического очага в пределах нервной системы (головной мозг, спинной мозг и периферическая нервная система), необходимо держать в памяти как макроскопические структуры нервной системы, так и микроскопические клеточные тела и их отростки, формирующие функциональные связи нейронов мозга, — коннектомику. Это касается четких знаний и молекулярно-метаболического уровня функционирования нейронов, нейротрансмиттеров, синапсов, апоптоза и т.п. Фундамент этих профессиональных знаний закладывается в студенческие годы.

В ваших руках книга с обзором основ наук о нервной системе. Задачей книги является системное изложение анатомо-функциональных деталей, чтобы проиллюстрировать их роль в клинической практике как врача-невролога, так и специалиста общей медицинской практики. Характер подготовки медицинских специалистов постоянно развивается. Современный подход к обучению основывается не только на отдельных

дисциплинах (анатомия, физиология, фармакология и т.д.), а в большей степени интегрирован с акцентом на системность в целом. Так что даже краткое изложение интегрированного материала будет эффективным в проблемно-ориентированном обучении.

В книге неврология рассматривается с акцентом на клиническую практику, вместе с тем большое внимание уделено и современным научным открытиям, включая такие, как ионные каналы, с описанием многих неврологических заболеваний, связанных с каналопатиями.

Книга богато иллюстрирована рисунками с подробным разъяснением в тексте. Рациональна последовательность изложения материала: вначале главы по анатомии и физиологии нервной системы, затем рассмотрены специализированные нейроны — сенсорные, моторные, вегетативные, лимбические и системы ствола мозга (их функция обеспечивает бодрствование и сон).

В каждой главе приведены краткие клинические сценарии вместе с вопросами и ответами на них. Важно в клинических проявлениях неврологических расстройств четко выделять *симптомы и признаки*.

Несомненно, что эта книга будет полезной как в освоении программы подготовки в студенчестве, так и в постдипломном обучении специалистов неврологического профиля.

*Заведующий кафедрой неврологии
и нейрохирургии Первого Санкт-Петербургского
государственного медицинского университета
им. акад. И.П. Павлова, академик РАН, профессор
Александр Скоромец*

Введение

Книга «Наглядная неврология и нейроанатомия» предназначена в первую очередь для студентов медицинских вузов. Информация в ней представлена не в виде подробного описания предмета неврологии как медицинской специальности, а в виде обзора основ наук о нервной системе. Задачей книги не был систематический обзор клинической неврологии, хотя одним из нововведений четвертого английского издания стало включение большего количества клинических случаев, чтобы проиллюстрировать, какую роль знание неврологии играет в клинической практике. Кроме того, характер медицинской подготовки постоянно развивается. Это означает, что современный подход к обучению теперь основывается не на отдельных дисциплинах (анатомия, физиология, фармакология и т.д.), а в гораздо большей степени интегрирован с акцентом на систему в целом. Краткое изложение интегрированного материала будет эффективным и в проблемно-ориентированном обучении.

В этой книге быстро развивающаяся область неврологии рассматривается в рамках нозологического уровня, а потому материал и последующие главы сформированы с акцентом на клиническую практику. Однако изучать организацию нервной системы исключительно в контексте заболеваний не совсем правильно, поскольку характер неврологии как медицинской специальности меняется, и это означает, что области, не имеющие клинической значимости сегодня, могут стать более актуальными. Так, недавно стало известно об ионных каналах, было описано множество неврологических заболеваний, связанных с каналопатиями. По этой причине в некоторых главах больше внимания уделяется научным механизмам, а клинической составляющей — меньше.

В каждой главе основная информация представлена в виде краткого рисунка, который более подробно отображается в прилагаемом тексте. Рекомендуется изучать такие рисунки вместе с текстом, а не просто просматривать. Тот факт, что ин-

формация в каждой главе представлена в сжатом виде, означает, что большая ее часть приводится в дидактической форме. И хотя текст сосредоточен на основной информации, в него также включены некоторые дополнительные важные детали.

Книга начинается с глав об анатомической и функциональной организации нервной системы (главы 1–11).

Затем рассматриваются клетки нервной системы и как они работают (главы 12–21), сенсорные (чувствительные) компоненты нервной системы (главы 22–34), моторные (двигательные) компоненты нервной системы (главы 35–42); вегетативная, лимбическая и стволовая системы мозга, функция которых лежит в основе бодрствования и сна, а также нейронная пластичность и новая глава о лабораторных методах изучения нервной системы (главы 43–49). В конце книги представлен раздел о подходе к пациенту, обследовании и спектре заболеваний нервной системы (главы 50–65).

Каждый раздел в той или иной степени основывается на предыдущих, а потому изучение вводной главы может помочь лучше понять последующие главы этого раздела: например, главу о соматосенсорной системе (глава 31) лучше читать после главы об общей организации сенсорных систем (глава 22).

В этом издании книги мы попытались еще больше отразить клиническую значимость нейробиологии, привлекли нового автора, чтобы помочь с нейрофармакологическими разработками в области заболеваний центральной нервной системы, доктора Эмму Робинсон. Мы продолжили и обновили наш раздел «А вы знали?» в конце каждой главы. В свою очередь, часть 7 состоит из соответствующих клинических сценариев для каждой главы вместе с вопросами и ответами.

Мы надеемся, что вы сочтете новое издание этой книги полезным дополнением к вашей учебе — от бакалавриата до аспирантуры и клинического уровня.

Роджер А. Баркер, Кембридж
Франческа Чиккетти, Квебек
Эмма С.Дж. Робинсон, Бристоль

Анатомическая и функциональная организация

Часть I

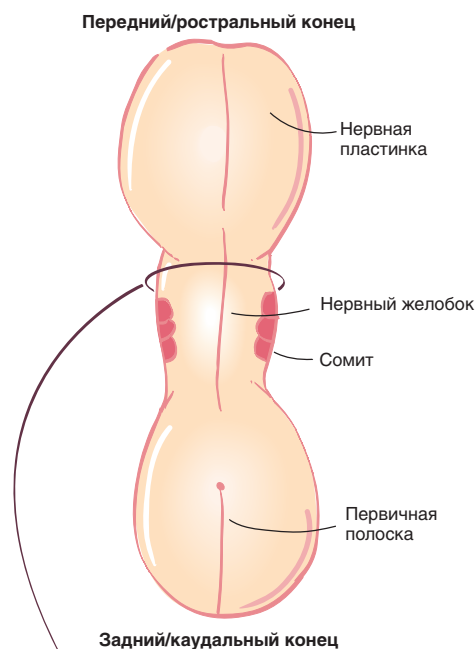
Главы

1. Развитие нервной системы	18
2. Организация нервной системы	21
3. Вегетативная нервная система	24
4. Энтеральная нервная система	27
5. Мозговые оболочки и спинномозговая жидкость	29
6. Кровоснабжение центральной нервной системы	32
7. Черепные нервы	35
8. Анатомия ствола головного мозга	38
9. Организация спинного мозга	40
10. Организация коры головного мозга и таламуса	43
11. Гипоталамус	46

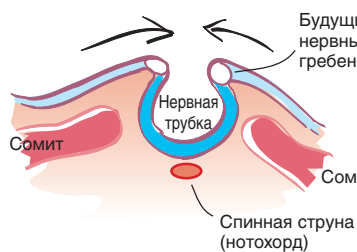
1

Развитие нервной системы

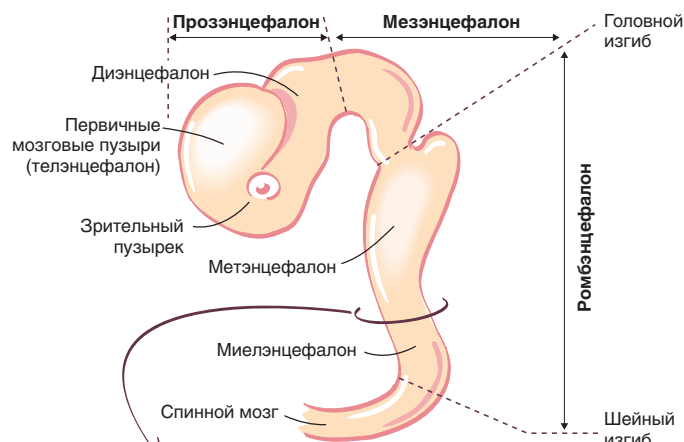
20-дневный эмбрион человека: вид сзади



Развитие спинного мозга



42-дневный эмбрион человека: вид сбоку



Развитие ствола головного мозга



Эмбриональный мозг		Отделы головного мозга у взрослого человека (см. главу 5)	Связанные желудочковые пространства (см. главу 5)
Прозэнцефалон	Телэнцефалон (передний мозг)	Кора головного мозга Базальные ганглии Гиппокамп Обонятельная луковица Базальная часть переднего мозга	Боковые желудочки
	Диэнцефалон	Дорсальные отделы таламуса Гипоталамус	III желудочек
Мезэнцефалон		Средний мозг (включая верхние и нижние бугорки четверохолмия)	Водопровод мозга
Ромбэнцефалон	Метэнцефалон	Мозжечок Мост	IV желудочек
	Миелэнцефалон	Продолговатый мозг	IV желудочек
Спинной мозг		Спинной мозг	Центральный канал

Первые признаки развития нервной системы проявляются на 3-й неделе беременности под влиянием секретируемых факторов из **хорды**, с образованием **нервной пластинки** вдоль дорсальной стороны эмбриона. Эта пластинка расширяется, складывается (образуя **нервную бороздку**) и срастается, образуя **нервную трубку**, которая в конечном счете дает начало головному мозгу на его ростральном конце (то есть по направлению к голове) и спинному мозгу каудально (то есть по направлению к ногам/хвосту). Слияние начинается примерно на полпути вдоль нервной бороздки на уровне 4-го сомита и продолжается каудально и рострально с закрытием задней/каудальной и передней/ростральной нейропоры на 4-й неделе беременности.

Развитие спинного мозга

В процессе слияния нервной трубки выделяется группа клеток, называемых **нервным гребнем**.

Нервный гребень дает начало целому ряду клеток, включая **дорсальные корешковые ганглии** и периферические компоненты вегетативной нервной системы (ВНС; см. главу 3).

В дорсальных корешковых ганглиях расположены тела сенсорных клеток, которые посылают свои развивающиеся аксоны в развивающийся спинной мозг и кожу.

Эти растущие нейронные отростки, или нейриты, имеют увеличивающийся **конус роста**, который находит свою подходящую мишень на периферии и в центральной нервной системе (ЦНС), используя ряд сигналов, включая молекулы клеточной адгезии и диффузионные нейротрофические факторы (см. главу 47).

Нервная трубка окружает нервный канал, который образует центральный канал полностью развитого спинного мозга.

Сама трубка содержит нейробласты (**эпендимальный слой**), которые делятся и мигрируют в **мантийный слой**, где они дифференцируются в нейроны, образуя серое вещество спинного мозга (см. главу 2).

Развивающиеся отростки из нейробластов/нейронов прорастают в **краевой слой**, который в конечном счете образует белое вещество спинного мозга.

Делящиеся нейробласты разветвляются на две отдельные популяции, **крыльную** и **базальную пластинки**, которые, в свою очередь, формируют дорсальный (задний) и вентральный (передний) рога спинного мозга, в то время как небольшой боковой рог из висцеральных эфферентных нейронов (часть ВНС) развивается на их границе

в грудном и верхнем поясничном отделах спинного мозга (см. главу 3).

Такое дорсовентральное распределение зависит, по крайней мере частично, от факторов, секретируемых дорсально (костные морфогенные белки) или вентрально из хорды (семейство генов и соответствующих им белков Sonic hedgehog; SHH).

Развитие головного мозга

Нормальное развитие

Кора головного мозга развивается по принципу «радиальной единицы» с использованием клеток-предшественников радиальных глиальных клеток из желудочковой зоны формирующихся полушарий головного мозга (см. главу 10). Те нейроны, которые формируются из вентрикулярной (желудочковой) зоны, дают начало нейронам в глубоких слоях коры головного мозга, в то время как клетки из субвентрикулярной зоны формируют более поверхностные слои коры. Затем развивающаяся кора головного мозга складывается в извилины и борозды и подразделяется на отдельные кортикальные области. В последнее время были идентифицированы гены, управляющие всеми этими процессами, а также физические правила, которые используются для того, чтобы растущий мозг мог складываться таким образом. Радиальные глиальные клетки, которые помогают направлять новорожденные клетки в развивающуюся кору головного мозга, дают начало белому веществу (см. главу 2).

Нейрогенез у взрослых

До недавнего времени считалось, что в мозге взрослого млекопитающего не могут зародиться новые нейроны. Однако теперь стало ясно, что нервные клетки-предшественники обнаруживаются в зрелой ЦНС, в том числе и у людей. Эти клетки преимущественно находятся в зубчатой извилине гиппокампа (см. главу 45) и непосредственно рядом с боковыми желудочками в субвентрикулярной зоне. Они также могут существовать в других участках ЦНС взрослого человека, но этот вопрос остается спорным. Нервные клетки-предшественники реагируют на ряд сигналов и, по-видимому, дают начало функциональным нейронам в гиппокампе и обонятельной луковице, причем последние клетки мигрируют из субвентрикулярной зоны к обонятельной луковице через ростральный миграционный тракт. С учетом этого они могут играть определенную роль в различных формах памяти и, возможно, в опосредо-

вании терапевтических эффектов некоторых лекарств, таких как антидепрессанты (см. главу 57).

Нарушения эмбриогенеза центральной нервной системы

Анэнцефалия возникает, когда происходит недостаточное сращивание передней ростральной нейропоры. Мозговые пузырьки не развиваются, и, таким образом, мозг не формируется. Подавляющее большинство беременностей плодами с этой аномалией самопроизвольно прерываются.

Расщелиной позвоночника (*spina bifida*) называют любой дефект на нижнем конце позвоночного столба и/или спинного мозга. Наиболее распространенной формой расщелины позвоночника бывает несращение дорсальных частей нижних позвонков (*spina bifida occulta*). Это может сочетаться с дефектами мозговых оболочек и нервной ткани, которые могут образовывать грыжу через дефект с образованием **менингоцеле** и **менингомиелоцеле** соответственно. Наиболее серьезная форма расщелины позвоночника — это когда нервная ткань полностью обнажается в конкретном месте в результате нарушения правильного сращивания задней/каудальной нейропоры. Расщелина позвоночника часто сочетается с гидроцефалией (см. главу 5). Иногда у основания черепа обнаруживаются костные дефекты

с образованием **менингоцеле**. Однако, в отличие от дефекта в нижней части спинного мозга, такие дефекты часто удается устранить без формирования неврологического дефицита.

Кортикальная дисплазия включает спектр дефектов, которые являются результатом аномальной миграции развивающихся кортикальных нейронов. Благодаря совершенствованию методов визуализации ЦНС человека такие дефекты распознают все чаще. В настоящее время известно, что они служат важной причиной **эпилепсии** (см. главу 61).

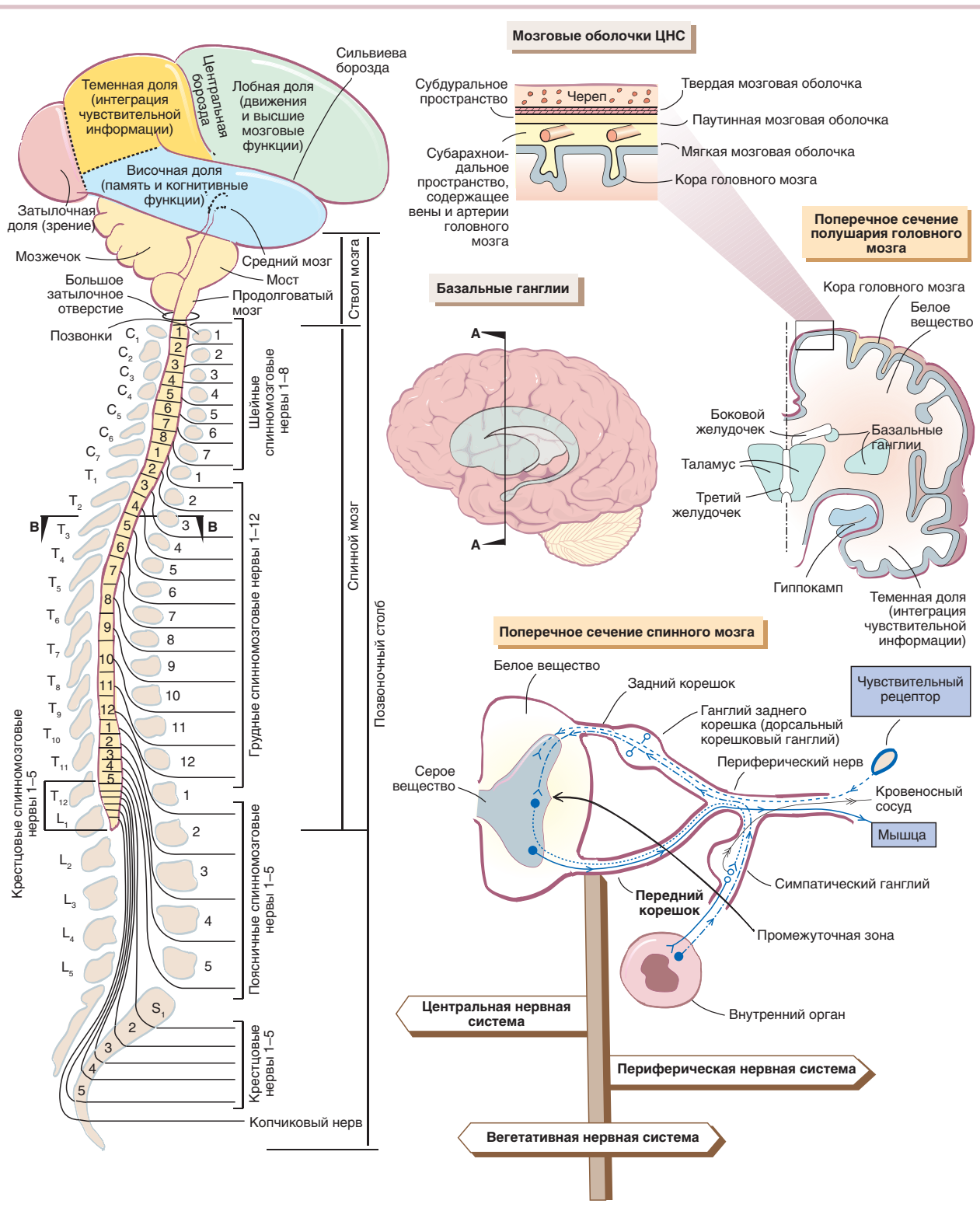
Многие внутриутробные инфекции (такие как краснуха), а также некоторые факторы окружающей среды (например, радиация) вызывают серьезные проблемы в развитии нервной системы. Кроме того, дефектами развития ЦНС проявляется большое количество редких генетических заболеваний, но их рассмотрение выходит за рамки данной книги.

А вы знали?

В головном мозге взрослого человека новые нервные клетки образуются на протяжении всей жизни, и этому может способствовать целый ряд видов деятельности, включая физические упражнения, изучение новых навыков и даже обычное общение в социуме.

2

Организация нервной системы



Нервную систему можно разделить на три основные части: **вегетативную** (ВНС), **периферическую** (ПНС) и **центральный** (ЦНС) **нервные системы**. ПНС включает нервы, которые лежат вне головного мозга, ствола головного мозга или спинного мозга, в то время как ЦНС охватывает те клетки, которые лежат внутри этих структур.

Вегетативная нервная система

ВНС имеет как центральный, так и периферический компоненты и участвует в иннервации внутренних органов и желез (см. главу 3): она играет важную роль в контроле эндокринной системы и гомеостаза организма (см. главы 3 и 11). Периферический компонент ВНС определяется в терминах **энтеральной** (см. главу 4), **симпатической** и **парасимпатической систем** (см. главу 3).

Эфферентные волокна ВНС происходят либо из **промежуточной зоны** (или **боковой колонны**) спинного мозга, либо из специфических черепных нервов и крестцовых ядер, а также синапсируют в **ганглиях**, расположение которых в симпатической и парасимпатической системах различается. Аfferентные волокна от органов, иннервируемых ВНС, проходят через дорсальный корешок к спинному мозгу.

Периферическая нервная система

ПНС состоит из нервных стволов, состоящих как из афферентных волокон или аксонов, передающих сенсорную информацию в спинной мозг и ствол головного мозга, так и из эфферентных волокон, передающих импульсы главным образом мышцам.

Повреждение отдельного нерва приводит к слабости мышц, которые он иннервирует, и потере чувствительности в области, из которой он передает сенсорную информацию.

Некоторые периферические нервы образуют плотную сеть, или сплетение, прилегающее к спинному мозгу (например, плечевое сплетение в верхней конечности).

Эти нервы соединяются со спинным мозгом через отверстия между костями (**позвонками**) позвоночника (также называемого **позвоночным столбом**) или с головным мозгом через отверстия в черепе.

Спинной мозг

Спинной мозг начинается на уровне большого затылочного отверстия. Большое затылочное отверстие — это часть основания черепа, где заканчивается нижняя часть ствола головного мозга (продолговатый мозг). Спинной мозг у взросло-

го человека заканчивается на уровне тела первого поясничного позвонка и дает начало 30 парам (или 31, если считать копчиковые нервы) спинномозговых нервов, которые выходят из спинного мозга и затем через межпозвоночные отверстия вневертебрально.

Первые восемь спинномозговых нервов берут начало в шейном отделе спинного мозга, причем первая пара выходит над первым шейным позвонком, а следующие 12 спинномозговых нервов берут начало в грудном отделе спинного мозга. Остальные 10 пар спинномозговых нервов берут начало от нижнего отдела спинного мозга, пять — от поясничных и пять — от крестцовых его сегментов.

Спинномозговые нервы состоят из переднего (вентрального) корешка, который иннервирует скелетные мышцы, в то время как задний, или дорсальный, корешок передает чувствительность в спинной мозг от кожи, имеющей общее эмбриональное происхождение с этой частью спинного мозга (см. главу 1). Клеточные тела волокон заднего корешка располагаются в дорсальных корешковых ганглиях, которые лежат непосредственно за пределами позвоночного канала.

Сам спинной мозг состоит из белого вещества, которое содержит нервные волокна, образующие восходящие и нисходящие пути спинного мозга, в то время как серое вещество расположено в центре спинного мозга и содержит клеточные тела нейронов (см. главу 9).

Ствол головного мозга, черепные нервы и мозжечок

Спинной мозг является продолжением ствола головного мозга, который лежит у основания головного мозга и состоит из продолговатого мозга, моста и среднего мозга (или мезэнцефалона, как его иногда называют, хотя данный термин лучше использовать для обозначения этой области мозга в эмбриональном развитии) и содержит отдельные скопления нейронов (ядра) для 10 из 12 черепных нервов; исключение составляют первый (обонятельный) и второй (зрительный) нервы (см. главу 7).

Ствол головного мозга и мозжечок составляют структуры задней черепной ямки.

Мозжечок соединен со стволом мозга тремя парами мозжечковых ножек и участвует в координации движений (см. главу 42).

Полушария головного мозга

Полушария головного мозга состоят из четырех основных долей: затылочной, теменной, височной и лобной. В медиальной части височной доли находится ряд структур, которые яв-

ляются частью лимбической системы (см. главу 44).

Внешний слой полушария головного мозга называют корой головного мозга, он содержит нейроны, которые организованы как в горизонтальные слои, так и в вертикальные столбцы (см. главу 10).

Кора головного мозга имеет протяженные взаимосвязи с помощью путей, которые проходят в подкорковой области. Эти пути вместе с теми, которые соединяют кору головного мозга со спинным мозгом, стволом головного мозга и ядрами глубоко внутри полушария головного мозга, составляют белое вещество полушария головного мозга. Эти глубокие ядра включают такие структуры, как базальные ганглии (см. главы 40 и 41) и таламус (см. главу 10).

Мозговые оболочки

ЦНС заключена в черепе и позвоночнике. Разделяет эти структуры ряд мембран, называемых мозговыми оболочками.

Мягкая мозговая оболочка отделена от тонкой арахноидальной (паутинной) оболочки субарахноидальным пространством [содержащим спинномозговую жидкость (СМЖ)], которое, в свою очередь, отделено от твердой мозговой оболочки субдуральным пространством (см. главу 5).

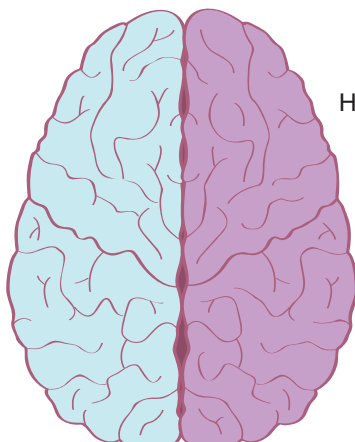
А вы знали?

Каждое полушарие обладает рядом доминирующих функций. Какое из них доминирует у вас?

Левое полушарие и правое полушарие

ЛЕВОЕ

Аналитическое
Логическое
Точное
Повторяющееся
Организованное
Детализированное
Научное
Обособленное
Педантичное, буквальное
Последовательное



ПРАВОЕ

Креативное
Одаренное воображением
Неточное, общераспространенное
Интуитивное
Абстрактное
Общая картина
Нестрогое
Эмпатическое
Образное
Непостоянное

3

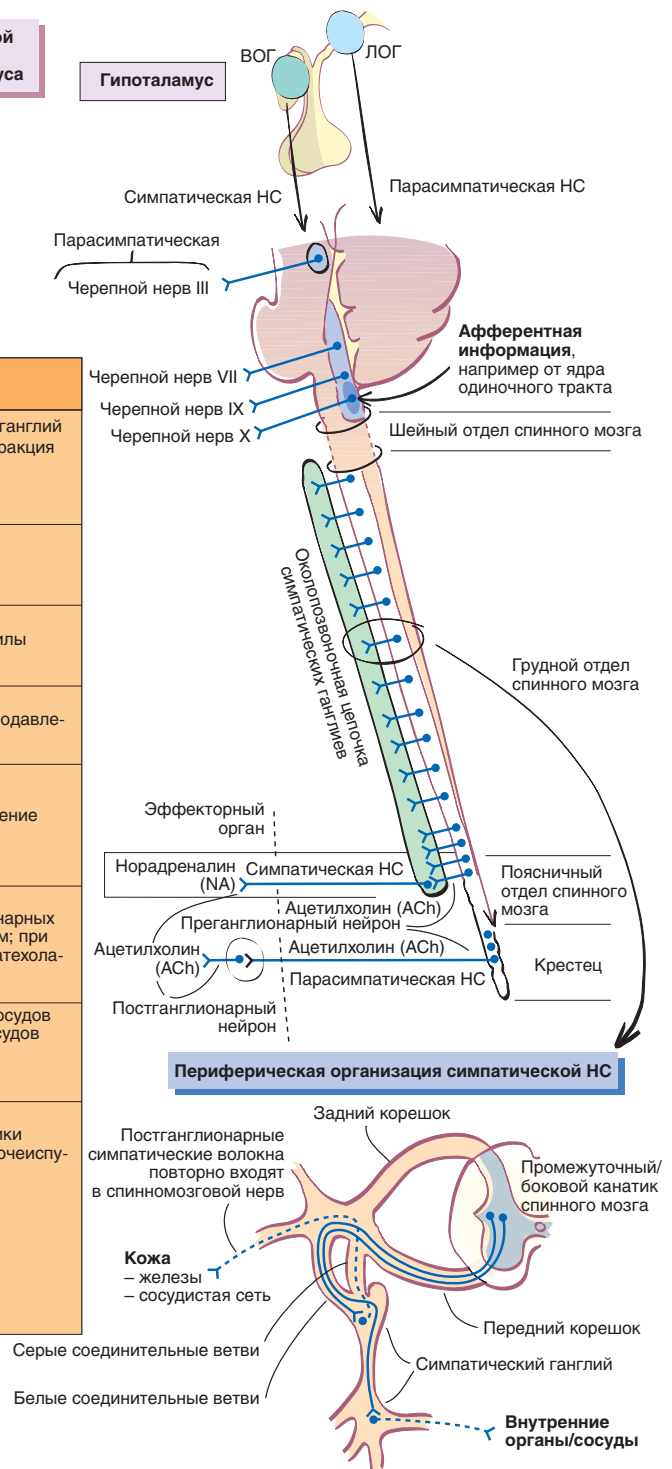
Вегетативная нервная система

Контроль и организация вегетативной нервной системы со стороны ЦНС

Контроль вегетативной нервной системы со стороны гипоталамуса

Орган	Парасимпатическая иннервация	Симпатическая иннервация
Глаз	Черепной нерв III — ресничный ганглий • Сужение зрачка и ↑ повышение рефракторной силы хрусталика	T ₁ -T ₂ — верхний шейный ганглий • Расширение зрачка, ретракция века
Слезные + слюнные железы	Черепные нервы VII/IX • Стимуляция выделения слюны	T ₁ -T ₂ • Подавление секреции
Сердце	Черепной нерв X • Уменьшение частоты сокращений	T ₁ -T ₆ • Увеличение частоты и силы сокращений
Бронхиальное дерево	• Сужение бронхов и стимуляция выработки секрета	T ₃ -T ₆ • Расширение бронхов и подавление выработки секрета
Верхние отделы ЖКТ	• Увеличение перистальтики с расслаблением сфинктеров и стимуляцией выработки секрета	T ₅ -T ₁₂ — чревной ганглий • Подавление секреции, перистальтики + сокращение сфинктеров
Надпочечник		T ₆ -T ₁₁ • Отсутствие постганглионарных волокон к надпочечникам; при стимуляции выделяют катехоламины
Кожа + периферические кровеносные сосуды		• Сужение кровеносных сосудов кожи с расширением сосудов мышц • Пилоэрекция и усиление потоотделения
Нижние отделы ободочной кишки, мочевого пузыря, органы репродуктивной системы	S ₂ -S ₄ крестцовое сплетение • Сокращение гладкой мускулатуры нижних отделов ободочной кишки • Сокращение мышц — детрузора мочевого пузыря и расслабление внутреннего сфинктера уретры • Эрекция	T ₉ -L ₂ • Подавление перистальтики • Участие в подавлении мочеиспускания • Эякуляция

НС = нервная система
ЖКТ = желудочно-кишечный тракт
ВОГ = вентромедиальная область гипоталамуса
ЛОГ = латеральная область гипоталамуса
НА = норадреналин
АХ = ацетилхолин



Анатомия вегетативной нервной системы

ВНС включает нервные клетки и волокна, которые иннервируют внутренние органы и железы. Они участвуют в регуляции процессов, которые не поддаются произвольному контролю.

Эфферентный проводящий путь от ЦНС к иннервируемому органу всегда состоит из двух следующих друг за другом нейронов: **преганглионарного** и **постганглионарного**, причем клеточное тело первого располагается в ЦНС (см. главу 2).

ВНС подразделяется на **энтеральную**, **симпатическую** и **парасимпатическую** нервную системы — последние две обычно оказывают противоположное влияние на структуру, которую они иннервируют.

Преганглионарные нейроны симпатической нервной системы находятся в **промежуточной части** (латеральный, или боковой, рог) спинного мозга от верхней части грудного отдела до середины поясничного отдела спинного мозга (Th₁–L₃).

Клеточные тела преганглионарных парасимпатических нейронов располагаются в определенных местах в стволе головного мозга и в области крестца.

Клеточные тела постганглионарных нейронов находятся в позвоночных и превертебральных ганглиях симпатической нервной системы. Однако в парасимпатической системе они расположены либо рядом с органом, который они иннервируют, либо в его стенках.

Кроме анатомических различий, симпатическая нервная система использует **норадреналин** (норэпинефрин) в качестве постганглионарного нейротрансмиттера, в то время как парасимпатическая нервная система использует **ацетилхолин** (АХ). Обе системы используют АХ на уровне ганглиев.

Эффекты этих передатчиков опосредованы различными подтипами рецепторов и механизмами передачи сигналов. В ганглии никотиновые ацетилхолиновые рецепторы (АХР), представляющие собой лиганд-зависимые ионные каналы, опосредуют быструю синаптическую передачу сигнала между преганглионарным и постганглионарным нейронами (см. главы 14–16). Нейромедиатор, высвобождаемый в постсинаптическом ганглии, активирует связанные с G-белком метаботропные рецепторы на эффекторном органе.

Обнаружен ряд различных подтипов рецепторов, включая α- (1 и 2) и β- (1–4) адренорецепторы

[активируемые норадреналином (норэпинефрином)] и мускариновые 1, 2 и 3 подтипы рецепторов (активируемые АХ). Более подробная информация о клинической значимости этого, включая побочные эффекты, связанные со многими препаратами, влияющими на ЦНС, приведена в таблице в главе 19.

Роль центральной нервной системы в контроле вегетативной нервной системы

Контроль ВНС со стороны ЦНС является сложным процессом и включает ряд структур ствола мозга, а также **гипоталамус** (см. главу 11). Основные области гипоталамуса, участвующими в контроле ВНС, — **вентромедиальная гипоталамическая** область для симпатической нервной системы и **латеральная гипоталамическая область** для парасимпатической нервной системы. Контролирующие пути идут прямо или опосредованно через ряд структур ствола мозга, таких как околотоводопроводное серое вещество и части ретикулярной формации (см. главу 8).

Клинические особенности поражения вегетативной нервной системы

Повреждение ВНС может быть либо локальным, когда поражается конкретная анатомическая структура, либо генерализованным, когда происходит поражение всей системы, вызванное центральным или периферическим патологическим процессом.

Очаговые периферические поражения встречаются довольно часто, и клиническая картина, возникающая в результате этих поражений, в целом хорошо прогнозируема. Например, потеря симпатической иннервации глаза приводит к сужению зрачков (миоз), опущению верхнего века (птоз) и потере потоотделения вокруг глаза (ангидроз) — триаде признаков, известных как **синдром Хорнера**. Другие примеры включают **рефлекторные симпатические дистрофии**, при которых наблюдаются сильная боль и вегетативные изменения, ограниченные одной конечностью, часто в ответ на какую-то незначительную травму. Точная роль симпатической нервной системы в генезе этих состояний неизвестна, поскольку местная симпатэктомия не всегда эффективна в лечении. Однако в некоторых случаях эти методы лечения помогают, что может быть связано с тем фактом, что ноцицепторы могут начать экспрессировать

рецепторы для норадреналина (норэпинефрина) (см. главы 32 и 33).

Более **обширное** повреждение ВНС может произойти в результате дегенерации центральных нейронов либо изолированно (например, **чистая вегетативная недостаточность**), либо в рамках более распространенного дегенеративного процесса, как это наблюдается, например, при **мультисистемной атрофии**, когда может возникать дополнительная потеря клеток в базальных ганглиях и мозжечке. Кроме того, вегетативная недостаточность может быть результатом потери периферических нейронов (например, при сахарном диабете, некоторых формах амилоидоза, алкоголизме и **синдроме Гийена–Барре**). Наконец, нарушения функций ВНС могут наблюдаться при воздействии определенных токсинов (например, при ботулизме; см. главу 16), а также при **миастеническом синдроме Лэмберта–Итона** (см. главы 16 и 62).

Во всех этих случаях у пациента наблюдается ортостатическая и постпрандиальная гипотензия

(синкопальные или предсинкопальные симптомы при вставании, физической нагрузке или обильном приеме пищи) с потерей variability сердечного ритма, расстройствами функций кишечника и мочевого пузыря (императивные позывы, частое мочеиспускание и недержание мочи), импотенцией, ангидрозом и потерей зрачковых реакций. Симптомы часто трудно поддаются лечению, и для устранения постуральной гипотензии и сфинктерных нарушений используют ряд средств. Для лечения постуральной гипотензии применяют флудрокортизон, эфедрин, домперидон, мидодрин и аналоги вазопрессина (все они вызывают задержку жидкости).

А вы знали?

Детекторы лжи отражают реакцию ВНС, поскольку они зависят от активности потоотделения кожи, а также частоты сердечных сокращений.