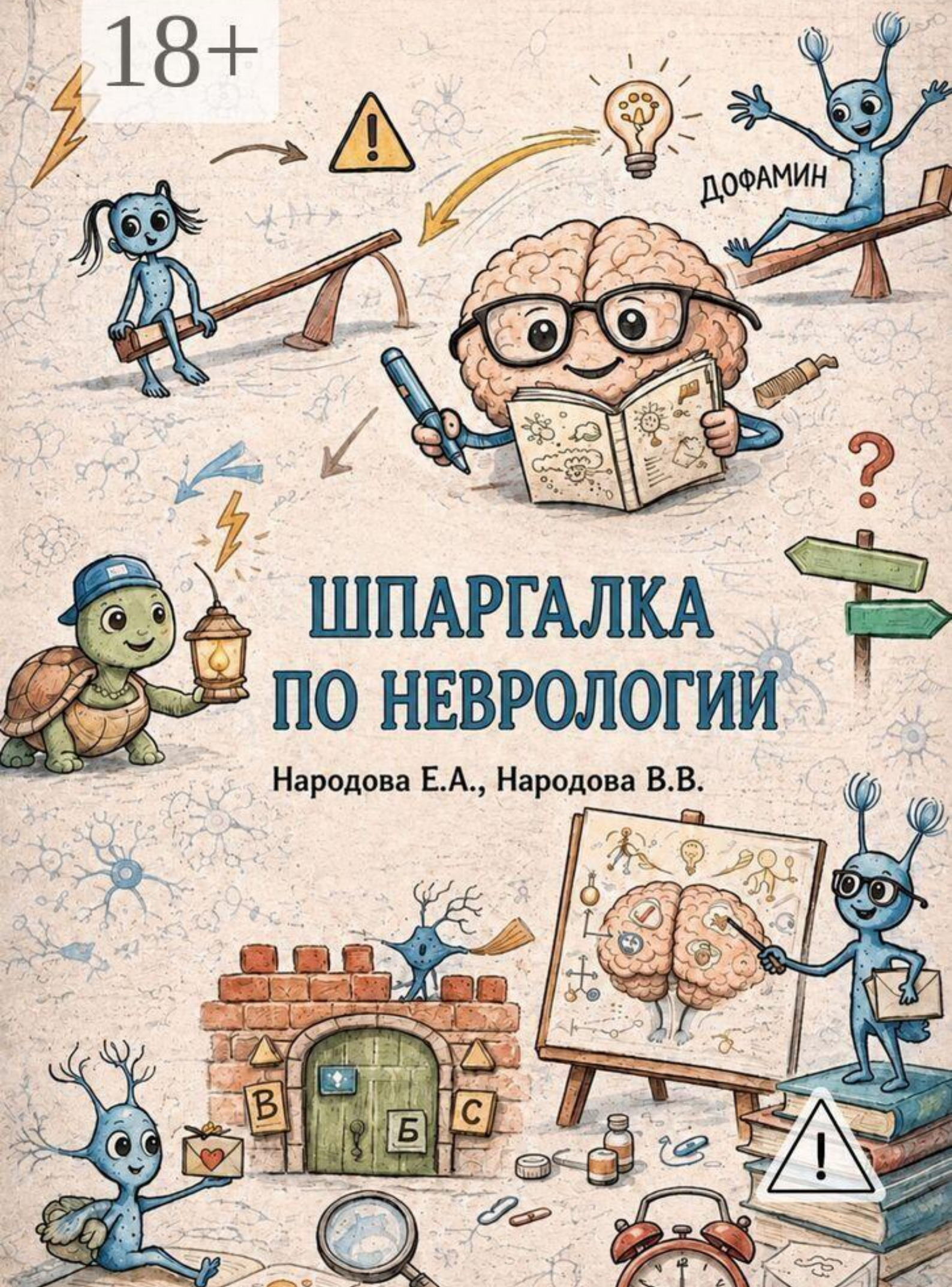


18+



ШПАРГАЛКА ПО НЕВРОЛОГИИ

Народова Е.А., Народова В.В.

Екатерина Народова

Шпаргалка по неврологии

«Издательские решения»

Народова Е. А.

Шпаргалка по неврологии / Е. А. Народова — «Издательские решения»,

НЕЗАКОННОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ НАРКОТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПСИХОТРОПНЫХ ВЕЩЕСТВ, ИХ АНАЛОГОВ ПРИЧИНЯЕТ ВРЕД ЗДОРОВЬЮ, ИХ НЕЗАКОННЫЙ ОБОРОТ ЗАПРЕЩЕН И ВЛЕЧЕТ УСТАНОВЛЕННУЮ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ. Учебник по топической неврологии — современное пособие, которое помогает освоить один из самых сложных разделов неврологии быстро, логично и без перегрузки. Книга объединяет наглядные схемы, алгоритмы, мнемонические приемы, клинические ассоциации и иллюстрации, превращая сложный материал в понятную систему знаний.

© Народова Е. А.

© Издательские решения

Содержание

ШПАРГАЛКА ПО ТОПИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ В НЕВРОЛОГИИ	6
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ	7
Список сокращений	8
ПРЕДИСЛОВИЕ	10
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	15
ГЛАВА 1. НЕРВНАЯ КЛЕТКА И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ	16
ГЛАВА 2. СИНАПСЫ И НЕЙРОМЕДИАТОРЫ	29
ГЛАВА 3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, ОНТОГЕНЕЗ, ЗАДЕРЖКИ РАЗВИТИЯ. ПРИНЦИП ИЕРАРХИИ В РАБОТЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ	39
ГЛАВА 4. ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ СФЕРА ЧЕЛОВЕКА	49
ГЛАВА 5. НОЦИЦЕПТИВНАЯ И АНТИНОЦИЦЕПТИВНАЯ СИСТЕМЫ	74
Конец ознакомительного фрагмента.	75

Шпаргалка по неврологии

Екатерина Андреевна Народова
Валерия Вячеславовна Народова

© Екатерина Андреевна Народова, 2026

© Валерия Вячеславовна Народова, 2026

ISBN 978-5-0071-1654-1

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

ШПАРГАЛКА ПО ТОПИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ В НЕВРОЛОГИИ

Учебное пособие для обучающихся по специальностям

31.05.01 Лечебное дело, 31.05.02 Педиатрия, 31.05.03 Стоматология

Красноярск

2026

Авторы: д-р мед. наук, доц. Е. А. Народова

д-р мед. наук, проф. В. В. Народова

В учебном пособии изложены основные принципы клинико-топической диагностики поражений центральной и периферической нервной системы. Рассматриваются организация нервной системы, строение и функции чувствительных и двигательных проводящих путей, а также основные синдромы поражения на различных уровнях. Особое внимание уделено формированию клинико-топического мышления как основы неврологического обследования и определения уровня поражения.

Пособие иллюстрировано схемами и таблицами, содержит тестовые задания, ситуационные задачи и вопросы для самоподготовки.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальностям 31.05.01 Лечебное дело, 31.05.02 Педиатрия, 31.05.03 Стоматология.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Список сокращений

ЦНС — Центральная нервная система
ПНС — Периферическая нервная система
СВЗ — Субвентрикулярная зона
СМ — Спинной мозг
ГМ — Головной мозг
ЭМГ — Электромиография
ЭЭГ — Электроэнцефалография
МРТ — Магнитно-резонансная томография
КТ — Компьютерная томография
ПЭТ — Позитронно-эмиссионная томография
НПВС — Нестероидные противовоспалительные средства
ВНД — Высшая нервная деятельность
ГАМК — γ -аминомасляная кислота
НА — Норадреналин
SCA — Верхняя мозжечковая артерия
AICA — Передняя нижняя мозжечковая артерия
PICA — Задняя нижняя мозжечковая артерия
UPDRS — Унифицированная шкала оценки болезни Паркинсона
ADL — Activities of Daily Living (повседневная активность)

Словарь терминов

Адаптация — Изменение порога чувствительности при длительном воздействии раздражителя.

Анализатор — Функциональная система, включающая рецепторный, проводниковый и корковый уровни переработки сенсорной информации.

Анальгезия — Отсутствие болевой чувствительности.

Атаксия — Нарушение координации движений.

Афферентация — Проведение сенсорной информации от рецепторов к центральной нервной системе.

Афазия — Нарушение речи при поражении коры головного мозга.

Агнозия — Нарушение способности узнавать предметы и явления при сохранности органов чувств.

Аллодиния — Возникновение болевого ощущения при воздействии неболевого раздражителя.

Апраксия — Нарушение целенаправленных двигательных действий при сохранности силы и координации.

Анестезия — Полное выпадение чувствительности.

Биологическая обратная связь (БОС) — Метод клинической коррекции, основанный на использовании информации о физиологических параметрах для их произвольной регуляции.

Боль (ноцицепция) — Защитная реакция организма на повреждение тканей, сопровождающаяся субъективным ощущением боли.

Восприятие — Целостное отражение предметов и явлений при воздействии раздражителей.

Гипералгезия — Усиленная болевая реакция на болевой стимул.

Гиперестезия — Повышение чувствительности к раздражителям.

Гиперкинез — Чрезмерные, произвольные движения.

Гипестезия — Снижение чувствительности.

Гипокинезия — Снижение двигательной активности.

Деменция — Стойкое снижение когнитивных функций, приводящее к нарушению социальной и профессиональной адаптации.

Дизестезия — Искажённое, неприятное ощущение при воздействии раздражителя.

Дискриминационная чувствительность — Способность различать два близко расположенных раздражителя.

Иннервация — Обеспечение органа или ткани нервными волокнами.

Интероцептивная чувствительность — Чувствительность, исходящая от внутренних органов.

Количественные нарушения чувствительности — Изменение степени выраженности чувствительности (гипестезия, анестезия, гиперестезия).

Качественные нарушения чувствительности — Искажение характера ощущений (парестезия, дизестезия, аллодиния).

Медиальная петля — Проводящий путь, образующийся после перекрёста волокон глубокой чувствительности в продолговатом мозге.

Ноцицепторы — Рецепторы, воспринимающие повреждающие воздействия.

Нейропатическая боль — Боль, возникающая вследствие поражения нервной системы.

Невропатия — Поражение периферического нерва.

Нейропластичность — Способность нервной системы к структурной и функциональной перестройке.

Парестезия — Спонтанное ощущение покалывания, жжения или «ползания мурашек» без внешнего раздражителя.

Праксис — Совокупность целенаправленных двигательных актов.

Проприоцептивная чувствительность — Чувствительность от мышц, сухожилий и суставов, обеспечивающая ощущение положения тела.

Проводниковый уровень поражения — Нарушение чувствительности ниже уровня повреждения проводящих путей.

Рефлекс — Автоматическая ответная реакция организма на раздражение.

Сегментарный уровень поражения — Нарушение чувствительности или функции в пределах одного сегмента спинного мозга.

Сенсибилизация — Повышение чувствительности рецепторов или центральных нейронов к раздражителю.

Сенситивная атаксия — Нарушение координации движений вследствие выпадения проприоцептивной афферентации.

Синапс — Специализированный контакт между нейронами или нейроном и эффекторной клеткой, обеспечивающий передачу сигнала.

Спиноталамический путь — Проводящий путь поверхностной чувствительности (боль, температура, часть тактильной).

Таламус — Подкорковый центр переключения чувствительных импульсов.

Тремор — Ритмичные произвольные колебательные движения.

Функциональная система — Динамическое объединение различных структур организма, направленное на достижение полезного результата.

Энцефалопатия — Диффузное поражение головного мозга различного генеза.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Эта книга — не обычный «толстый учебник». Это учебное пособие создано как инструмент быстрого и надежного вспоминания ключевых идей на занятии, у постели пациента и перед экзаменом. В этом учебном пособии сложные вещи объясняются простыми словами и закрепляются через опорные рисунки, ассоциации и мнемоники. Мы сознательно стремились к компактности и понятности без упрощения сути.

Данное учебное пособие — это сжатый, структурированный и ассоциативно организованный опорный конспект студента. Он не подменяет фундаментальные учебники и лекции, а служит их опорой: помогает быстро восстановить в памяти анатомо-функциональные связи, признаки поражений и логику топической диагностики. Это способ держать в голове каркас знаний и уверенно достраивать детали в клинической ситуации.

Методическая основа пособия опирается на опорные конспекты, минимально достаточные «сигналы» (иконки, стрелки, простые формы), ассоциативные крючки и логико-графические схемы. Мы используем принципы доказательной педагогики: двойное кодирование (текст + изображение), эффект тестирования (самопроверка по картинке), интервальное повторение. В результате каждая тема подаётся так, чтобы её можно было осмыслить за 60 секунд и затем углублять по мере необходимости.

Как устроено пособие. Книга состоит из четырнадцати глав — от нервной клетки и организации функций до черепных нервов. Каждая глава выполнена в едином стиле:

Итог главы в одном абзаце — основные тезисы всей главы;



Мнемоника — ассоциативный сигнал или приём для запоминания;



Клинический смысл — зачем эта тема нужна врачу, как она проявляется у пациента;



Ассоциация — образ, который поможет мгновенно восстановить материал в памяти;



Ключ — краткая расшифровка рисунка с пояснением анатомо-функционального и клинито-топического смысла изображённого. Эти значки вы будете встречать в каждой главе. Они служат «дорожными указателями» и позволяют легко ориентироваться в тексте. Подписи сделаны только на русском языке, единообразно и без перегрузки терминами — столько, сколько нужно для точного понимания и запоминания.



Как пользоваться учебным пособием. 1) До занятия — «разогрев» памяти: просмотрите опорные схемы главы, проговорите вслух ключевые ассоциации. 2) После занятия — закрепление: вернитесь к картинкам и сформулируйте своими словами, что изображено («что это? где это? чем проявится?»). 3) Перед сном — быстрая самопроверка: закройте подписи и восстановите их по памяти, затем откройте и сравните. Рекомендуем интервальные повторения: через 24 часа, через неделю и перед зачётом/экзаменом.

Про ассоциации и мнемоники. Мы используем простые, доброжелательные, иногда ироничные образы как «якоря памяти»: «заяц» для быстрой боли и «черепаха» для медленной, «дирижёр-мозжечок» для координации, «ворота боли» для антиноцицепции, «почтальон-нейрон» для восходящих путей и т. п. Эти метафоры не подменяют анатомию и физиологию — они помогают мгновенно вспомнить принцип и затем точно воспроизвести детали. Единые принципы оформления. Иллюстрации схематичны, но информативны: крупные образы, небольшое число элементов, читабельные подписи. Один и тот же смысл маркируется одинаково по всей книге (например, движение — стрелка или молния, чувствительность — конверт/почтальон, равновесие — весы). Такой «визуальный словарь» снижает когнитивную нагрузку и ускоряет узнавание.

О границах применимости. Пособие предназначено для учебных целей. Оно не заменяет клинические рекомендации и не служит руководством к самостоятельной диагностике и лечению. Иллюстрации носят схематичный характер и предназначены для опоры памяти; за подробностями следует обращаться к базовым и клиническим учебникам, атласам и действующим протоколам.

Что нового по сравнению с традиционными конспектами. Вместо длинных текстов — «картинки-опоры», имеющие ключи для расшифровки. Вместо пересказа — смысловые якоря и чёткая топика: «что поражено — где расположено — как проявится». Такой подход экономит время и повышает уверенность студента при клиническом разборе и у постели больного.

Как читать главы. Начните с опорной схемы «за 60 секунд» — она задаёт рамку. Затем последовательно рассмотрите иллюстрации главы: каждая из них отвечает на конкретный вопрос (структура, функция, путь, симптом, проба, синдром). Сформулируйте вслух краткое объяснение к каждой картинке — так включается эффект тестирования, и память укрепляется надёжнее.

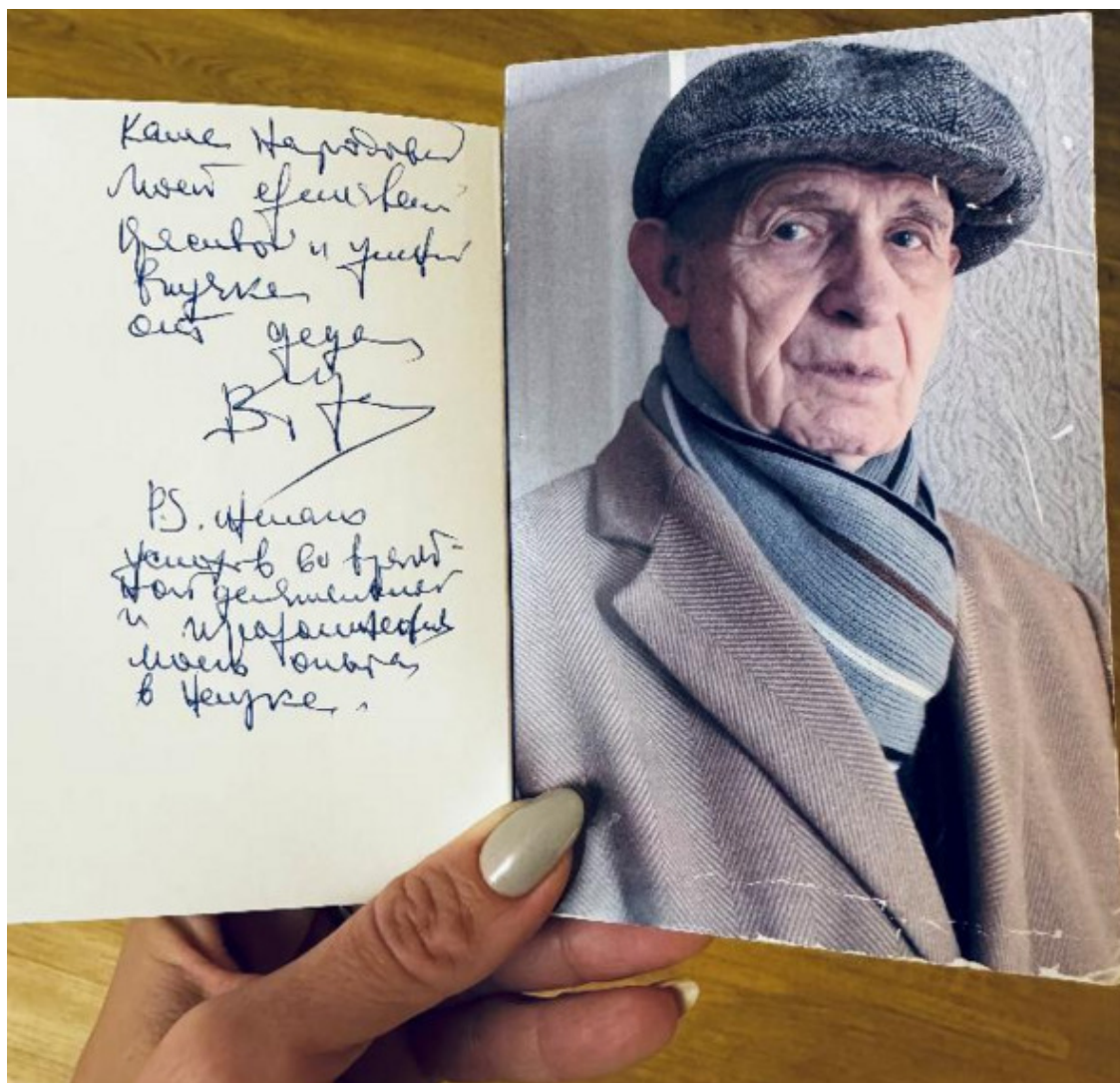
О языке и точности. Все подписи и обозначения даны на русском языке, без смешения алфавитов. Терминология выверена и выдержана единообразно, а в спорных местах используются общепринятые варианты. Если вы заметите неточность — сообщите: пособие развивается и открыто к корректировкам.

Благодарность и обратная связь. Это пособие выросло из многолетней преподавательской практики на кафедре нервных болезней Красноярского государственного медицинского университета. Благодарим студентов, коллег и наставников — их вопросы и замечания помогли вылепить текст и рисунки такими, чтобы они работали в реальной учебной и клинической ситуации. Ваши предложения по улучшению приветствуются.

Это опорный конспект студента: набор визуальных и смысловых опор, который позволяет за секунды восстановить в памяти целый раздел. Учебное пособие не отменяет глубокого обучения, а делает его быстрее и надёжнее; оно помогает соединить базовую анатомо-физиологическую картину с клиническим мышлением.

Все иллюстрации выполнены В. В. Народовой и Е. Е. Ерахтиным.





ПОСВЯЩАЕТСЯ

памяти профессора **Вячеслава Александровича Руднева**

Выдающемуся учёному, педагогу и наставнику, чьи идеи и педагогические принципы сформировали профессиональное мировоззрение авторов.

Его подход к обучению — основанный на ясности, логике и уважении к студенту — стал доброй традицией,

которую мы стремимся сохранять и развивать.

От дочери и внуки — с благодарностью и любовью.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Народова Екатерина Андреевна — доктор медицинских наук, профессор кафедры нервных болезней с курсом последипломного образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации.



Народова Валерия Вячеславовна — доктор медицинских наук, профессор кафедры нервных болезней с курсом последипломного образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

ГЛАВА 1. НЕРВНАЯ КЛЕТКА И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Структурная единица нервной системы — *нейрон*;

Созревание мозга — миелинизация, дифференциация коры.



Цели главы (что запомнить за 60 секунд)

Нейрон = дендриты (приём) → сома (интеграция) → аксон (передача).

Основные ионы потенциала действия: Na^+ (вход), K^+ (выход), Ca^{2+}

(экзоцитоз), Cl^- (торможение).

Миелин ускоряет сальтаторное проведение через узлы Ранвье.

Радиальная миграция и роль радиальной глии — каркас развития коры.

Нейропластичность: перестроить, укрепить, восстановить.

Принцип: «используешь – развивается, не используешь – утрачивается».

1.1. Анатомия и гистология, классификация

Нейроны — возбудимые клетки, обеспечивающие быстрое приёмо-проведение и обработку информации. Классическая морфология: сома (тело клетки), дендриты (афферентные отростки) и аксон (эфферентный отросток). Дендриты получают сигналы, сома интегрирует, аксон передаёт другим клеткам.

Нейроны классифицируют по: 1) Форме (пирамидные, звездчатые, грушевидные и др.); 2) Числу отростков (уни-, псевдоуни-, би-, мультиполярные); 3) Локализации (центральные/периферические); 4) Функции (афферентные — сенсорные, вставочные, эфферентные — моторные) (Рис. 1).



Рисунок 1 — Функциональные типы нейронов: афферентный (сенсорный), вставочный, эфферентный (моторный)

Ключ: три вида нервных клеток, участвующих в проведении нервного импульса: сенсорный (чувствительный) нейрон, получающий информацию от рецепторов (на рисунке — почтальон, с сумкой, полной писем), вставочный нейрон (посредник), передающий импульс на двигательный нейрон, который, в свою очередь, активирует мышцу (или железу).



Клинический смысл

Мультиполярные нейроны коры – основной субстрат корковых функций.
Псевдоуниполярные клетки спинномозговых узлов – первый нейрон чувствительных путей.

1.2. Электрофизиология: потенциал действия (ПД)

Поверхностная мембрана нейрона содержит множество ионных каналов. Генерация ПД — трёхфазный процесс: деполяризация (вход Na^+), реполяризация (выход K^+), ранняя последующая гиперполяризация (участие K^+/Cl^-). Амплитуда мембранного потенциала меняется ~от —70 мВ до +30 мВ и обратно.



Ассоциация

Ионный канал – «петля на рубашке»: отверстие, обшитое белком, может «стягиваться/расширяться», меняя проницаемость для ионов.

Важно: Принцип динамической поляризации (Кахаль): типичный ток информации идёт дендриты → сома → аксон (Рис. 2).

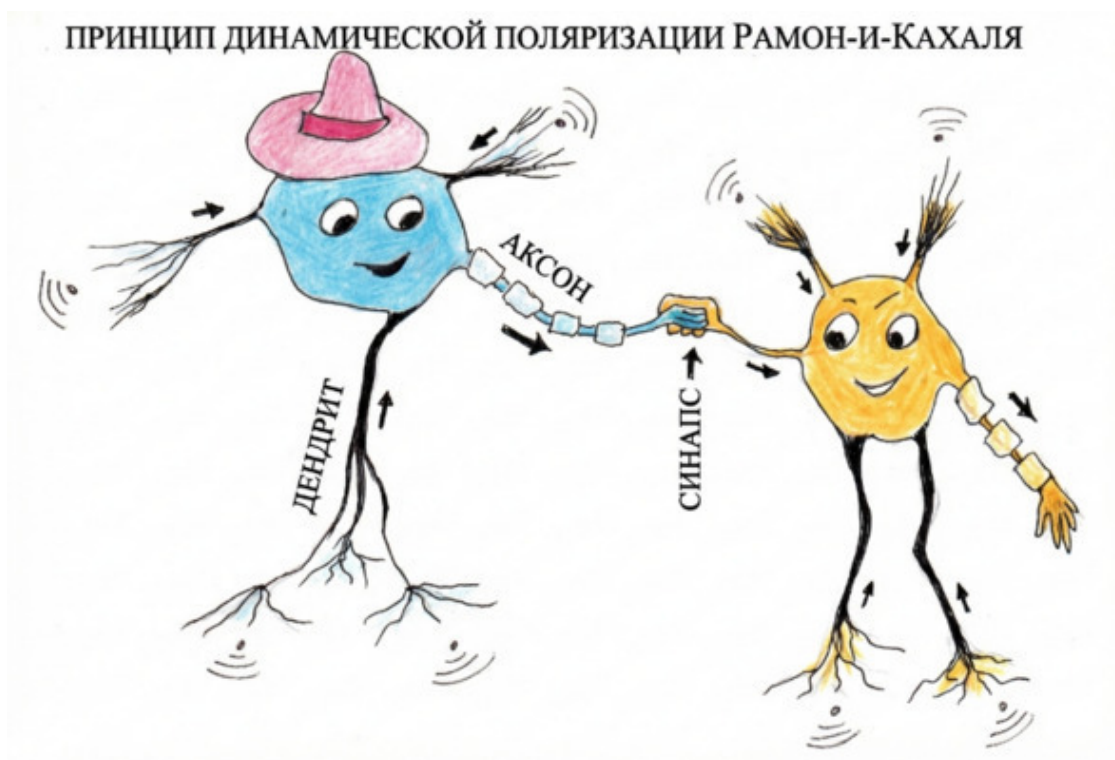


Рисунок 2 — Принцип динамической поляризации

Ключ: на рисунке показаны два нейрона, имеющие несколько дендритов, приводящих информацию в клетку. Большой нейрон передает информацию маленькому по аксону. Закон Рамон-и-Кахаля утверждает, что нервный импульс распространяется в одном направлении — в клетку информация приходит по дендриту (их может быть от одного до нескольких); из клетки он всегда выходит по единственному аксону. Исключения возможны (антидромное проведение, аксо-аксональные, дендро-дендритные контакты) — это не нарушает общего правила интеграции.



1.3. Созревание мозга: миелинизация и дифференциация

1.3.1. Миелинизация нервного волокна

Миелинизация — образование многослойной липидно-белковой оболочки вокруг аксонов (олигодендроциты в ЦНС; шванновские клетки в ПНС), резко повышающей скорость проведения (Рис. 3).

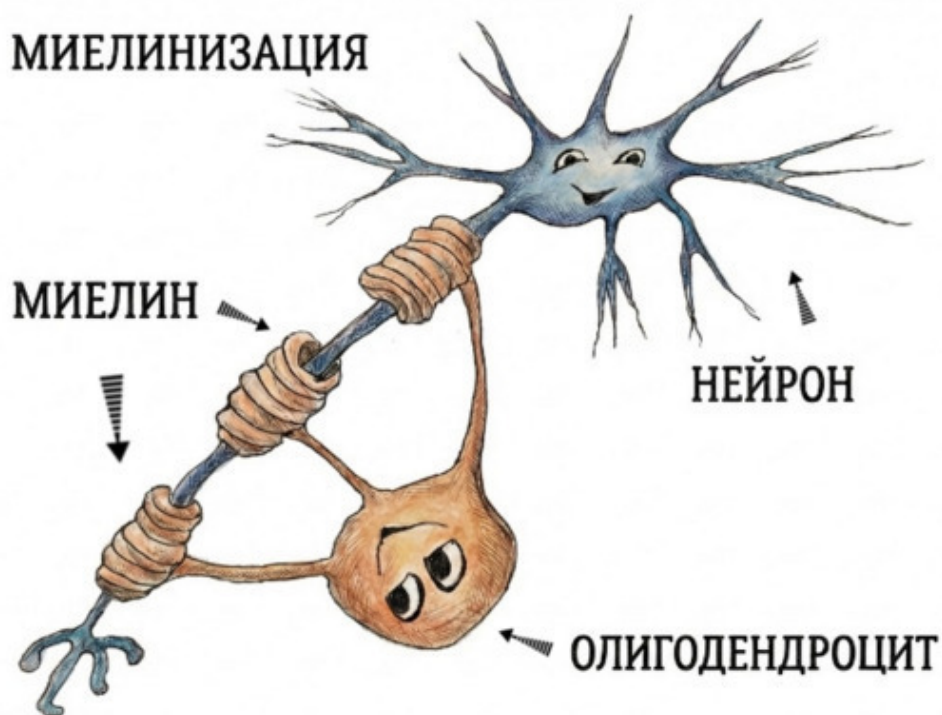


Рисунок 3 — Миелинизация аксона

Ключ: олигодендроциты — клетки глии, «закручивающиеся» вокруг аксонов (как показано на рисунке) и выполняющие изоляционную функцию (ускорение проведения импульса). Дендриты, по большей части, не имеют миелиновой обкладки, а покрыты цитоплазматической мембраной, образующей дендритные шипики (место синаптических контактов). Миелин периферических нервных стволов формируется их шванновских клеток.





Мнемоника

«Миелин — изоленга аксона». Чем толще и непрерывнее изоляция, тем быстрее и надёжнее сигнал.



Мнемоника

«Миелин – изоленга аксона». Чем толще и непрерывнее изоляция, тем быстрее и надёжнее сигнал.

Миелин беден водой (~40%), богат липидами (до 70—80% сухого веса) и содержит специфические белки. Сальтаторное проведение осуществляется через узлы Ранвье (где прерывается обкладка); интернодальные сегменты работают как изоляторы.



Клинический смысл

Демиелинизация (например, рассеянный склероз) → замедление/блок проведения, проводниковые симптомы.

Созревание проводящих систем у детей связано с прогрессирующей миелинизацией.

1.3.2. Роль миелинизации



Ассоциация

Гоночный болид на трассе: качественная «резина и аэродинамика» – быстрее круг; так и с миелином – чем толще обкладка, тем быстрее и стабильнее проведение.

Ключевые эффекты миелина: 1) повышение скорости; 2) экономия энергии; 3) синхронизация сигналов на длинных трактах.

1.3.3. Миелиновые и немиелиновые волокна.

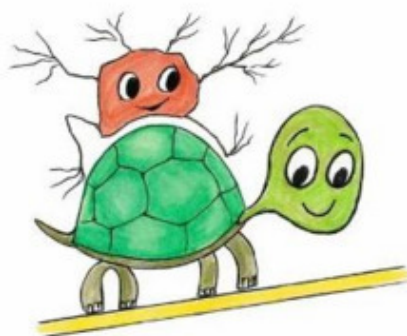


Мнемоника

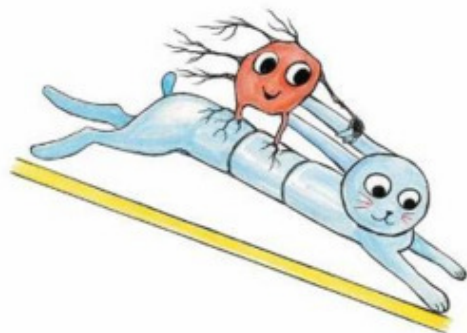
«Чёрный и молочный шоколад»: миелин – «чёрный» (плотный, быстрый), без миелина – «молочный» (мягче, медленнее).

Миелинизированные волокна проводят импульс быстро (сальтаторно), немиелинизированные — медленнее (непрерывно).

Классическая функциональная классификация (Erlanger—Gasser) делит волокна на группы: А, В, С с различиями по диаметру, наличию миелина и скорости проведения импульса. К безмякотным (безмиелиновым) волокнам относят «медленные» вегетативные волокна, проводящие болевые и температурные импульсы. Их осевой цилиндр (аксон) окружен глиальной клеткой. Они проводят импульс со скоростью 1—2 метра в секунду, в то время как мякотные, покрытые миелиновой обкладкой волокна, могут проводить импульс до 120 метров в секунду (Рис. 4).



АКСОН БЕЗ МИЕЛИНА



АКСОН С МИЕЛИНОМ

МИЕЛИН = БЫСТРАЯ
ДОСТАВКА СИГНАЛА

Рисунок 4 — Аксон с миелином и без миелина

Ключ: на рисунке показана роль миелиновой оболочки в скорости проведения нервного импульса (заяц бежит быстрее черепахи). Скорость проведения импульса зависит от толщины миелиновой оболочки: волокна типа А, имеющие толстую миелиновую оболочку (соматические двигательные и проприоцептивные) проводят импульс до 120 м/сек., а безмиелиновые (протопатическая боль) — 0,5—2 м/сек.



1.3.4. Дифференциация коры головного мозга: миграция нейронов

Миграция перемещает нейроны из зародышевых зон к конечным позициям, формируя кортикальную пластинку и колонки (Рис. 5).



Мнемоника

«Путешественники ищут дом»: нейроны мигрируют к своему функциональному дому.



Рисунок 5 — Миграция нейронов

Ключ: на рисунке показана роль глиальных клеток в процессе миграции молодых нейронов. Миграция нейронов — это основной процесс внутриутробного онтогенеза, при кото-

ром нейробласты перемещаются из зон пролиферации (нейроэпителий) к местам окончательной локализации.



Основные пути:

— Основные пути миграции: *радиальная* — по «монорельсу» радиальной глии, и *тангенциальная* — вдоль поверхности мозга.

— На пути к коре нейрон проходит временную «мультиполярную» стадию в субвентрикулярной зоне (СВЗ): клетка теряет направленность, обзаводится несколькими отростками и «ищет путь» к своей окончательной позиции. После этого она вновь становится биполярной и продолжает движение вверх (Рис. 6).



Рисунок 6 — Пути миграции нейронов

Ключ: на рисунке показаны пути миграции нейронов: радиальная миграция, когда молодые нейроны перемещаются радиально, используя волокна радиальной глии как «рельсы», и

тангенциальная миграция, при которой нейроны двигаются параллельно поверхности мозга. Процесс миграции, в основном, идет внутриутробно и создает «базу» для минимального обеспечения функций к моменту рождения.



Ключевые барьеры: Промежуточная зона (аксональные поля), подпластинка, плотная кортикальная пластинка — нейронам требуется «навигация».



Ассоциация

Навигатор в машине: молекулярные сигналы и адгезивные взаимодействия указывают путь и точки остановки.

Нарушения миграции (дефекты каркаса радиальной глии, атипичное ветвление, генетические дефекты) → неправильное позиционирование нейронов (гетеротопии, лиссэнцефалия/пахигирия, полимикрогирия), формирование патологических сетей и очагов гипервозбуждения, ассоциированных с эпилепсией.

1.4. Нейропластичность и спраутинг

Нейропластичность — способность нервной системы изменять связи и перераспределять функции в ответ на опыт, обучение или повреждение (Рис. 7).



Рисунок 7 — Нейропластичность

Ключ: на рисунке показана способность мозга передавать функцию (факел) от поврежденных участков, уцелевшим, и готовым продолжать работу.



Мнемоника

«Три шага нейропластичности: **Перестройка** (например, отбор жизнеспособных саженцев – переадресация функций в мозге)– **Подкрепление** (весенняя подкормка отобранных саженцев, усиление корневой системы – образование новых связей в мозге)– **Восстановление** (хороший урожай – восстановление утраченных функций)»

Уровни: **молекулярный** (сигнальные пути, запускающие деление и рост клетки, экспрессия генов, реализующая наследственную информацию от гена в РНК или белок), **клеточный** (спраутинг — формирование новых дендритов и аксонов, арборизация — явление ветвления нейронов, изменение синаптической силы, нейрогенез — процесс создания и созревания новых нервных клеток), **системный** (перераспределение функций между областями) (Рис. 8).



Рисунок 8 — Спраутинг

Ключ: на рисунке показан процесс роста новых нервных отростков (аксонов или дендритов), позволяющий восстановить передачу импульса, нарушенную в результате повреждения.





Ассоциация

Сад и дорожная сеть: новая тропа (перестройка), расширение магистрали (подкрепление), восстановление моста (восстановление).

После инсульта спонтанные и тренинг-индуцированные перестройки связей поддерживают восстановление.

Принцип «*используй или потеряешь*»: частое и целенаправленное использование функций укрепляет соответствующие сети.



Клинический смысл

Позитивная пластичность – обучение полезным навыкам; *негативная* – закрепление вредных паттернов (зависимости).

Во взрослом мозге нейрогенез ограничен (субвентрикулярная зона боковых желудочков, зубчатая извилина), но вклад в восстановление возможен.

Самопроверка (4 вопроса)



- 1) Назовите основные фазы потенциала действия и соответствующие им ионные потоки.
- 2) Чем миелинизированное проведение отличается от немиелинизированного (роль узлов Ранвье)?
- 3) Какие клеточные элементы формируют миелин в ЦНС и ПНС?
- 4) В чём роль радиальной глии в миграции и что будет при её аномалиях?



Итог главы в одном абзаце

Нейрон интегрирует информацию по схеме дендриты → сома → аксон, используя управляемые ионные потоки для генерации ПД. Миелин обеспечивает высокоскоростное, экономное и синхронное проведение. Правильная миграция нейронов формирует кортикальную архитектуру; её дефекты связаны с эпилептогенезом. Нейропластичность на разных уровнях — основа обучения и восстановления, реализуемая принципом «используй или потеряешь».

Для любознательных (расширение и источники из текста)



— Миелин — суперизоляция. Представьте кабель с лучшей изоляцией в мире: миелин содержит до 80% жиров. Благодаря этому сигнал по аксону бежит не медленно, а буквально «летит».

— Nogo-A: стоп-знак для нейронов. Нейроны любят тянуть отростки куда угодно, но есть белок Nogo-A, который говорит: «Стоп, дальше нельзя!». Поэтому новые миелиновые сегменты формируются только в определённые «окна возможностей».

— Глиальный монорельс. Когда нейроны во время развития мигрируют к месту назначения, они едут словно по «рельсам», которые строит радиальная глия. Если рельсы сломать — кора мозга выстроится неправильно, и это может привести к эпилепсии.

— Мемо1 — навигатор. Ген Мемо1 помогает радиальной глии правильно разветвляться и направлять нейроны. Сбой в этой системе — и клетки начинают «блуждать», а мозг получает дефекты.

— Пластичность после инсульта. Когда часть мозга погибает, оставшиеся нейроны могут «отращивать новые веточки» и брать на себя работу погибших клеток — СПРАУТИНГ. Это и есть пластичность — мозг учится заново работать после удара.

ГЛАВА 2. СИНАПСЫ И НЕЙРОМЕДИАТОРЫ

Функциональная единица нервной системы — рефлекторная дуга (кольцо), синапсы, медиаторы, аксонный транспорт, закон динамической поляризации.



Цели главы (запомнить за 60 секунд)

Рефлекторная дуга = 5 звеньев: рецептор → афферент → центр → эфферент → эффектор.

Рефлекторное кольцо (Анохин): добавлена обратная афферентация.

Синапс = «мост» передачи сигналов (химический/электрический).

Медиаторы: ацетилхолин, ГАМК, глутамат, дофамин, серотонин и др.

Аксонный транспорт: быстрый и медленный; ретроградный транспорт важен при патологии.

2.1. Дуга или кольцо?

Рефлекторная дуга — классический путь передачи сигнала от рецептора к эффектору. *Рефлекторное кольцо* (по Анохину) — расширенный вариант, включающий обратную афферентацию, т.е. информацию о результате действия (Рис. 9).



Рисунок 9 — Рефлекторное кольцо

Ключ: на рисунке показан путь передачи нервного импульса. В отличие от рефлекторной дуги, показано рефлекторное кольцо, которое, согласно преобладающей концепции в физиологии, включает не только классическую рефлекторную дугу, но и механизм обратной

связи (афферентацию) от исполнительного органа (мышцы, железы), что позволяет вносить своевременную коррекцию. На рисунке двигательный нейрон держит за руку почтальона (чувствительный нейрон), замыкая кольцо передачи нервного импульса.



Мнемоника

«Рефлекс – как автопилот».



Ассоциация

Прикосновение к горячему утюгу: рука отдергивается ещё до осознания боли.



Клинический смысл

Принцип дуги лежит в основе сухожильных и кожных рефлексов, однако необходимо знать, что во время сокращения мышцы (например, четырехглавой при исследовании коленного рефлекса), возбуждается проприорецептор (мышечное веретено) и импульс-ответ отправляется в кору головного мозга. Именно этим объясняется необходимость (в некоторых случаях) переключения внимания пациента во время исследования рефлекторной сферы. В противном случае возможно волевое «подавление» сухожильного рефлекса за счет изменения мышечного тонуса.

Принцип кольца лежит в основе более сложных рефлексов; на нем строится обучение и условные рефлексы (Павлов).

2.1.1. Структура рефлекторной дуги



Мнемоника

«5 станций – 5 шагов рефлекса»

- Рецептор — датчик сигнала.
- Афферентный нейрон — курьер.
- Центр (спинной/головной мозг) — головной офис.
- Эфферентный нейрон — передатчик.
- Эффектор (мышца/орган) — исполнитель.



Ассоциация

Как доставка пиццы: заказчик (рецептор) → курьер (афферент) → менеджер (центр) → курьер (эфферент) → клиент (эффектор).

2.1.2. Простые и сложные рефлекторные дуги

- Простые (моносинаптические): два нейрона, один синапс (например, коленный рефлекс).
- Сложные (полисинаптические): 3 и более нейронов, вставочные звенья.

2.1.3. Виды рефлексов



Мнемоника

«Врожденные = инстинкты, приобретённые = навыки».

Безусловные: врождённые, автоматические (мигание, дыхание, глотание, кашель).

Условные: формируются с опытом (езда на велосипеде, коньках, письмо, игра на инструменте).



Ассоциация

Безусловные – встроенные программы телефона, *условные* – приложения, которые можно установить и обновить.

2.2. Синапсы, медиаторы и аксонный транспорт



Мнемоника

«Синапс – мост между нейронами».



Ассоциация

Два берега ручья соединены доской: можно перейти – сигнал проходит.

Синапс — специализированный контакт передачи возбуждения между клетками. Термин предложен Ч. Шеррингтоном (1897).

2.2.1. Виды синапсов



Мнемоника

«Химия и электричество – две дороги связи».

Мозг работает, как оркестр с двумя дирижёрами: *ацетилхолин* даёт «ускорение», а *ГАМК* нажимает «тормоз». Когда они в равновесии — мысли чёткие, движения слаженные, эмоции устойчивые. Нарушен баланс — и симфония превращается в какофонию: судороги, тревога или апатия (Рис. 10).



Рисунок 10 — Баланс возбуждения и торможения

Ключ: на рисунке показан ключевой механизм работы ЦНС — баланс возбуждения и торможения. Механизм обеспечивается работой нейромедиаторов: глутамат и ацетилхолин возбуждают (на рисунке — беспокойный нейрон, а ГАМК — тормозит (сонный нейрон)).



- *Химический*: медиаторы (АцХ, ГАМК, дофамин и др.).
- *Электрический*: прямой токовый контакт.

Классификация: нейро-нейрональные (аксо-дендритические, аксо-соматические, аксо-аксональные), нейро-мышечные, нейро-секреторные.

По эффекту: возбуждающие и тормозные.

2.2.2. Передача сигнала через химический синапс



Мнемоника

«3 шага: выброс, соединение, реакция»: капли дождя проникли в землю, напитали корни, расцвел цветок.

- Выброс медиатора (пресинаптическая мембрана).
- Связывание с рецептором (постсинаптическая мембрана).
- Ответ клетки (деполяризация / гиперполяризация).



Ассоциация

Ключ (медиатор) подходит к замку (рецептор) – дверь открывается.

2.2.3. Нарушения работы синапсов



Мнемоника

«Лишний тормоз или слишком много газа».

Недостаток медиатора → слабость, депрессия (дефицит дофамина — болезнь Паркинсона).

Избыток медиатора → перевозбуждение, судороги (глутамат — эпилепсия).



Ассоциация

Медиаторы как бензин: *мало* — двигатель глохнет; *слишком много* — перегревается.

Правило «всё или ничего»: если стимул слабый — нейрон молчит. Достиг порога — вспыхивает полный ответ! Полумер не бывает: либо импульс есть, либо его нет (Рис. 11).



Рисунок 11 — Закон «всё или ничего»

Ключ: на рисунке показано, что единственный укол не вызывает ответной реакции (нейрон улыбается), но когда количество болевых стимулов накапливается, возникает ответная реакция. Это значит, что нервная клетка не реагирует на слабый (подпороговый) стимул, но, накапливая стимулы до порогового значения, отвечает максимально сильно.



2.2.4. Основные медиаторы и модуляторы

- Ацетилхолин — моторика, обучение; при дефиците — миастения, болезнь Альцгеймера.
- ГАМК, глицин — торможение, контроль тревоги.
- Глутамат — возбуждение, избыточный → эпилепсия.
- Дофамин — движение, когнития; дефицит — болезнь Паркинсона (а не Альцгеймера).
- Серотонин — настроение, сон.
- Гистамин — бодрствование, эмоции.
- Нейропептиды (эндорфины, энкефалины), газовые медиаторы (NO, CO) — боль, стресс, дыхание.

2.3. Аксонный транспорт

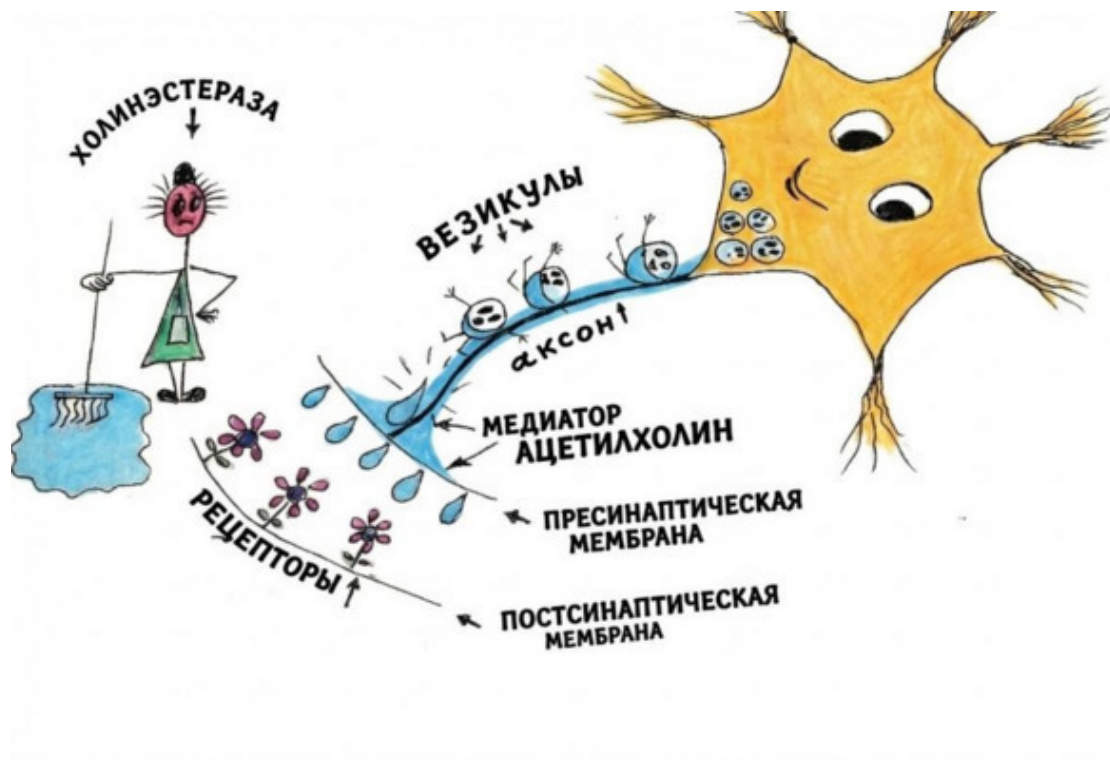
Доставка везикул с медиаторами осуществляется по микротрубочкам при участии моторных белков.

Медленный транспорт (1—5 мм/сут) — цитоскелетные белки, РНК.

Быстрый (до 400 мм/сут) — везикулы с медиаторами (Рис. 12).

Ретроградный транспорт — доставка сигналов и токсинов/вирусов (полиомиелит, бешенство, герпес, столбнячный токсин).

Рисунок 12 — Аксонный транспорт: передача сигнала с помощью ацетилхолина



Ключ: на рисунке показана транспортировка ацетилхолина в синаптических везикулах по аксону в синаптическую щель. Показаны пузырьки (везикулы), при разрушении которых выделяются капли медиатора, орошающего рецепторы (цветы) на постсинаптической мембране. После взаимодействия медиатора с рецептором, ацетилхолин разрушается под действием холинэстеразы, которая «убирает» синапс перед следующим импульсом.



Самопроверка (5 вопросов)



- 1) Назовите 5 звеньев рефлекторной дуги.
- 2) Чем отличается рефлекторное кольцо от дуги?
- 3) Какие различия между химическим и электрическим синапсом?
- 4) Приведите примеры возбуждающих и тормозных медиаторов.
- 5) Чем различаются быстрый и медленный аксонный транспорт?



Итог главы в одном абзаце

Рефлекторная дуга – «автопилот» организма. Рефлекторное кольцо – более сложная система с обратной связью. Синапс – «мост» между клетками; медиаторы – «почтальоны» сигналов. Аксонный транспорт обеспечивает движение молекул на большие расстояния и имеет клиническое значение.

Для любознательных (расширение и источники из текста)



— Откуда слово «синапс»? Термин придумал Чарльз Шеррингтон ещё в 1897 году. Взял два греческих корня: *syn* — «вместе» и *haptein* — «сцеплять». Красиво же: «место, где всё сцепляется».

— Химия или электричество? Синапсы бывают двух видов: электрические (мгновенные, как молния) и химические (чуть медленнее, зато гибко регулируют передачу). Именно благодаря химическим синапсам возможна тонкая настройка нашего поведения.

— Больше, чем звёзд. В мозге человека — от 100 до 600 триллионов синапсов. Это в сотни раз больше, чем звёзд в Млечном пути. Так что, когда мы думаем, у нас внутри работает целая «вселенная».

— Память на кончиках контактов. Синапсы могут усиливаться или ослабляться — это называется пластичность. Именно она позволяет нам учиться и запоминать. Каждый раз, когда вы учите новый термин, у вас реально «перепайваются провода».

— Когда контакты ломаются. Если синапсы работают неправильно, страдает вся сеть. Нарушения синаптической передачи лежат в основе таких болезней, как эпилепсия, миастения, шизофрения и болезнь Альцгеймера.

ГЛАВА 3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, ОНТОГЕНЕЗ, ЗАДЕРЖКИ РАЗВИТИЯ. ПРИНЦИП ИЕРАРХИИ В РАБОТЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ



Цели главы (запомнить за 60 секунд)

Функциональная система по Анохину – это динамическое объединение различно организованных и различно локализованных структур для достижения единого конечного результата.

Этапы: афферентный синтез → решение → действие → обратная связь → результат.

Системогенез: антенатальный и постнатальный периоды, понятие минимального обеспечения функций при рождении.

Гетерохронность развития → критические периоды, сенситивные этапы.

Задержки развития: парциальные нарушения (дислексия, дисграфия, акалькулия), псевдопроцессуальность в неврологии детского возраста.

БОС – принцип обратной связи, применяемый в реабилитации.

3.1 Функциональные системы головного мозга



Мнемоника

«Мозг – фабрика, где каждый цех выполняет свою задачу».



Ассоциация

Фабрика: планирование (цель) → производство (исполнение) → контроль качества (обратная связь).



Клинический смысл

Нарушение любой части «цепочки» функциональной системы даёт сбой результата.

При инсульте в моторной коре – цель есть, но команда не доходит → паралич.

При нарушении обратной связи (поражение мозжечка) → движения есть, но нет контроля качества → атаксия.

При системных задержках развития мозг не успевает «собрать фабрику вовремя» → появляются парциальные нарушения (дислексия, дисграфия, акалькулия).

Функциональные системы помогают врачу понимать: важно лечить не только повреждённый «узел», а весь путь от цели до результата.

Концепцию ввёл П. К. Анохин в 1935 г. Главное в системе — не структура, а результат: всё строится ради полезного эффекта для организма. Разные уровни — от рецепторов до коры — объединяются в единую цепочку, чтобы достичь этого эффекта. Пример: Зрение (Рис. 13) — свет воспринимается сетчаткой, сигнал проходит по проводящим путям и в коре превращается в осознанный образ.



Рисунок 13 — Зрение — пример работы функциональной системы

Ключ: на рисунке показано, что функциональная система «зрение», работающая на получение единого полезного результата, объединяет различно организованные и различно локализованные структуры. Благодаря своевременному созреванию и слаженной работе достигается получение полноценной функции «зрение».



3.2. Принципы функциональной системы по П. К. Анохину



Мнемоника

«Функциональная система – готовка блюда по рецепту».

Этапы:

- *Афферентный синтез* — сбор информации (ингредиенты).
- *Принятие решения* — постановка цели (выбор блюда).
- *Исполнительный акт* — действие (приготовление).
- *Обратная афферентация* — снятие пробы с блюда.
- *Результат* — полезный эффект (готовое блюдо).

3.3. Системогенез и онтогенез

Системогенез — посистемное созревание элементов нервной системы. *Аntenатальный период*: формирование систем, необходимых плоду (дыхание, сосание, глотание, крик). *Постнатальный период*: совершенствование систем жизнеобеспечения, созревание других систем.



Ассоциация

Минимальное обеспечение функций – ребёнок рождается уже «с базовой комплектацией»: дыхание, сосательный и хватательный рефлекс. Как телефон с предустановленными приложениями.

Консолидация – разные структуры «собираются в команду» ради одной задачи. Пример: зрительная система объединяет глаза, зрительный нерв, зрительный тракт, кору – как пазл, где каждая деталь нужна для картинки.

Гетерохронное развитие – системы созревают в разное время: речь появляется позже моторики, контроль эмоций – ещё позже. Как программы, которые обновляются не все сразу, а по очереди.

Произвольная моторика строится на базе врожденных синергий (синергия ползания, ходьбы, броска, прыжка) и использует для этого мышечные «модули» (строительные блоки). Мышечная синергия (модуль) – является сбалансированной временной активацией группы мышц для выполнения определенного движения. Эти паттерны связаны с врожденными механизмами передвижения.

Одной из причин высокой пластичности мозга в детском возрасте, объясняющей более эффективную реабилитацию, считают способность развивающегося мозга усложнять и увеличивать количество мышечных синергий. В то же время, у взрослого человека синергии представляют собой неизменные нейронные цепи, что значительно снижает возможность их перестройки для восстановления моторики (например, ходьбы).

Созревание мозга идёт снизу вверх: сначала *спинной мозг* — простые рефлексy, затем *ствол* — жизнеобеспечивающие цепные реакции (дыхание, сосание, глотание, крик, рвота), *подкорковая система и мозжечок* — координация, и, наконец, *кора* — произвольные осознанные движения.

От простого к сложному — от рефлекса к цели (Рис. 14).

ОНТОГЕНЕЗ ДВИГАТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ

ОТ ПРОСТОГО К СЛОЖНОМУ



Рисунок 14 — Онтогенез двигательной сферы

Ключ: на рисунке показано поэтапное, гетерохронное развитие функциональной системы «движение». Уже внутриутробно, с 18-23-й недели беременности появляются рефлексы на растяжение мышц. При рождении у доношенного ребенка достигают степени зрелости цепные стволые рефлексы (дыхание, глотание, крик, рвота). В дальнейшем «дозревают» экстрапирамидный и мозжечковый уровни, а в последнюю очередь подключается самый молодой уровень, обладающий высокой пластичностью — кора головного мозга.



3.4. Задержки развития

Задержки могут проявляться как нарушение гетерохронного развития. Примеры: *парциальные задержки* (дислексия, дисграфия, акалькулия), *минимальная мозговая дисфункция*. Сопутствующие признаки: нарушения мелкой моторики, координации, поведения, внимания (Рис. 15).

Критические (сенситивные) периоды развития: 0,5—1 год; 2—3 года; 6—7 лет; 10—12 лет; 14—16 лет — повышенный риск сбоев программы развития.

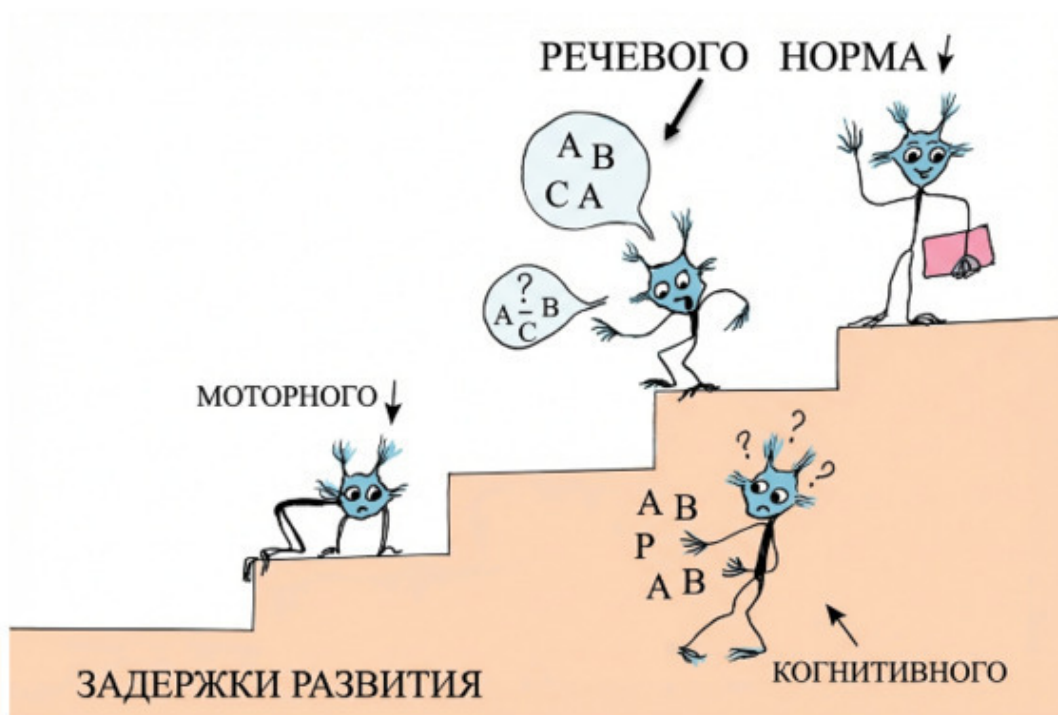


Рисунок 15 — Задержка развития

Ключ: на рисунке изображены основные виды задержек развития ребенка. Как правило, практикующий врач сталкивается с задержкой моторного развития (ребенок вовремя не удерживает голову, не переворачивается, не ползает, не ходит), речевого развития (нарушена схема: гуление — лепет — слова — фразовая речь).





Мнемоника «ЗРЕЛОСТЬ»

З – задержки (дислексия, дисграфия, акалькулия).

Р – рефлексy и моторика (нарушение мелкой моторики, координации)

Е – «Егоза» – эмоции и поведение (сопутствующие расстройства); синдром дефицита внимания и гиперактивности.

Л – «лестница» развития (гетерохронное дозревание по ступеням).

О – особые феномены (интранатальная гибернация плода).

С – сенситивные (критические периоды развития) периоды (0,5–1; 2–3; 6–7; 10–12; 14–16 лет).

ТЬ – «тормоза» при сбоях (риск задержек психического, речевого, моторного развития).



Ассоциация

Задержки – как если бы обновления на телефоне приходили не все сразу: чтение есть, а письмо «зависло».

Гетерохронное развитие – «лестница развития»: кто-то шагает быстро, а у кого-то ступенька задержалась.

Сенситивные периоды – окна возможностей, как открытые «чекпойнты»: если пройти – навык закрепился, если нет – остаётся пробел.

Интранатальная гибернация – плод в родах словно «берет паузу» для защиты, как ноутбук, уходящий в спящий режим при перегреве (низкий мышечный тонус для прохождения по родовым путям, замедленная жизнедеятельность). Спорный вопрос о необходимости стимуляции родовой деятельности (ребенок не подготовился к рождению или преждевременно выведен из состояния гибернации, что приводит к родовой травме, аспирации околоплодных вод).

Сбои в этот момент – последствия, которые проявятся в процессе развития ребенка: от трудностей речи до нарушений поведения – псевдопроцессуальность. Кажущееся усугубление задержки психоречевого развития связано не с прогрессированием патологии, а с более медленным развитием по сравнению со сверстниками.

3.5. Примеры функциональных систем



Мнемоника

Сенсорная система: «Мозг – система наблюдения».

(Зрение, слух, вкус, обоняние; структуры – кора, таламус).



Мнемоника

Эмоциональная система: «Мозг – кинотеатр эмоций».

(Лимбическая система: гиппокамп, амигдала, гипоталамус).



Мнемоника

Вегетативная система: «Мозг – автопилот тела».

(Регуляция дыхания, сердцебиения, температуры).



Мнемоника

Система сна и бодрствования: «Включатель/выключатель мозга».

(Ретикулярная формация, гипоталамус, таламус).



Мнемоника

Когнитивная система: «Мозг – суперкомпьютер».

(Лобные доли, гиппокамп, ассоциативные зоны).

3.6. Биологическая обратная связь (БОС)

Принцип БОС описал Н. А. Бернштейн (1947г.): движение невозможно без постоянного контроля результата. Мы двигаемся — мозг получает обратный сигнал, корректирует и обучается. На этом принципе построены современные методы реабилитации:

— ЭМГ-БОС помогает контролировать работу мышц, например при восстановлении после инсульта.

— ЭЭГ-БОС тренирует концентрацию и снижает эпилептическую активность.

— Системы БОС используют и при головной боли, нарушениях дыхания, СДВГ. Эти системы преобразуют мышечные сокращения (ЭМГ) или активность мозга (ЭЭГ) в реальном времени в аудиовизуальные сигналы, позволяя пациенту сознательно управлять ими.



Мнемоника

«БОС = вижу → корректирую → учусь»



Ассоциация

БОС – как фитнес-браслет для мозга:

ЭМГ-БОС показывает, как «напрягаются мышцы».

ЭЭГ-БОС фиксирует «ритмы мозга».

другие виды БОС подсказывают, когда нужно «сбросить лишнее напряжение» (головная боль, стресс, синдроме дефицита внимания и гиперактивности – СДВГ).

Самопроверка (5 вопросов)



- 1) Перечислите этапы функциональной системы по Анохину.
- 2) В чём разница антенатального и постнатального системогенеза?
- 3) Назовите критические периоды постнатального развития.
- 4) Приведите примеры парциальных задержек развития.
- 5) Какие методы БОС применяются в клинике?



Итог главы в одном абзаце

Функциональные системы – гибкие объединения ради результата. Онтогенез отражает системогенез с гетерохронностью и критическими периодами. Нарушения могут вести к задержкам развития. БОС – практическая реализация принципа обратной связи в клинике.

Для любознательных (расширение и источники из текста)



— Теория функциональных систем не простая рефлекторная цепочка: П. К. Анохин предположил, что цель (результат) формирует всю систему, а не просто движение — именно конечный полезный эффект является «системообразующим» фактором.

— Функциональные системы объединяют «разные этажи» — от сенсоров и проводящих путей до исполнительных органов — ради достижения конкретной адаптивной цели.

— Иерархия нервной системы: в движении высшие уровни формулируют цель, средние — координируют связи, низшие — регулируют мышцы и обратную связь. Это перекликается с идеями Бернштейна о многоуровневом управлении движениями.

— При развитии (онтогенезе) функциональные системы формируются по принципу системогенеза — сначала закладываются простые, базовые функции, затем добавляются более сложные. Это объясняет, почему маленькие дети сначала осваивают хватание, а лишь позже — сложную моторику.

— Когда нормальная синхронизация от целей до обратной связи нарушается (например, из-за повреждения коры или сенсорных путей), возникают задержки развития и парциальные нарушения (дислексия, дисграфия и др.).

ГЛАВА 4. ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ СФЕРА ЧЕЛОВЕКА



Цели главы (запомнить за 60 секунд)

Чувствительная сфера – восприятие и анализ сигналов: тепло, боль, давление, вкус, запах.

Анализатор = 3 уровня: рецептор → проводниковый путь → кора.

Виды чувствительности: экстеро-, проприо-, интероцепция.

Пути: поверхностная (спиноталамический) и глубокая (пути Голля и Бурдаха).

Нарушения чувствительности: количественные и качественные.

Особые феномены: адаптация, сенсibilизация, контраст, синестезия.

Боль – сигнал тревоги организма (ноцицепция).

4.1. Чувствительные рецепторы и их развитие

Чувствительные рецепторы — «датчики» организма, улавливающие раздражения внешней и внутренней среды. По типу раздражителя выделяют:

- хеморецепторы, реагирующие на вкус и запах;
- механорецепторы, воспринимающие вибрацию, прикосновение, давление, растяжение;
- терморецепторы (тепловые и холодовые), реагирующие на изменение температуры);
- фоторецепторы (светоощущение, зрение);
- болевые (ноцицепторы), реагирующие на повреждающие факторы;
- осморецепторы, реагирующие на изменение осмотической среды;
- вестибулорецепторы, реагирующие на изменение положения тела.

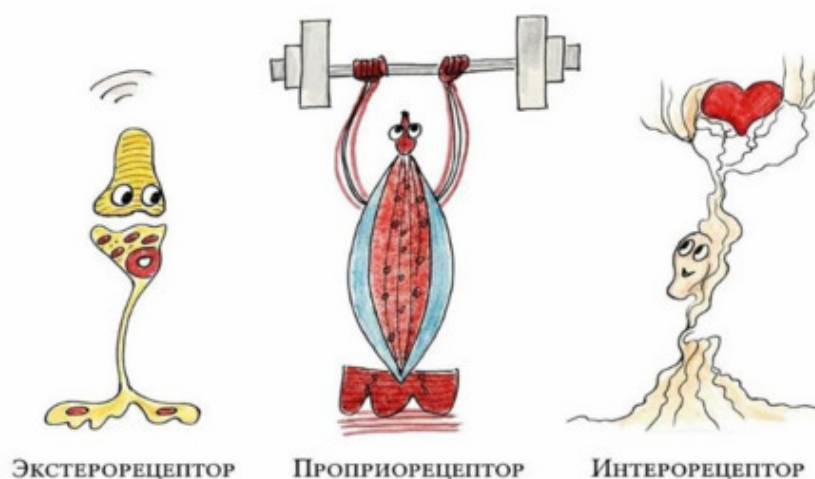
Необходимо помнить, что при воздействии фактора чрезмерной силы, любой рецептор может работать, как ноцицептор.

Экстеро-, проприо- и интерорецепторы формируют три уровня чувствительности, обеспечивая мозг информацией о мире, теле и внутреннем состоянии (Рис. 16).

— *Экстерорецепторы* — воспринимают сигналы из внешней среды: свет, звук, запах, прикосновение, температуру. Благодаря им мы ощущаем окружающий мир.

— *Проприорецепторы* — информируют мозг о положении и движении тела, натяжении мышц и суставов. Отвечают за координацию и чувство равновесия.

— *Интерорецепторы* — реагируют на внутренние изменения в организме: давление, уровень кислорода, работу внутренних органов. Обеспечивают контроль внутренней среды.



Виды чувствительных рецепторов

Рисунок 16 — Виды чувствительных рецепторов

Ключ: на рисунке показаны основные виды чувствительных рецепторов: экстерорецептор — улавливающий сигналы внешней среды; проприорецептор — реагирующий на растяжение мышц; интерорецептор — воспринимающий импульсы из внутренних органов (например, из сердца).



4.2. Рецепторы в онто- и филогенезе: «кто лучше чувствует — тот выживает»



Мнемоника

«Акула — ток, муха — кадр, летучая мышь — эхо, кошка — ус, птица — компас».



Ассоциация

→ Эволюция как апгрейд (модернизация) датчиков: у каждого вида лучше всего развиты те рецепторы, которые помогают добывать пищу, избегать опасности и ориентироваться в своей среде.

→ Эволюция – это не соревнование мышц, а гонка сенсоров. Выживает тот, кто раньше заметил, точнее услышал или почувствовал опасность и добычу.

(!) В филогенезе рецепторы «прокачиваются» не одинаково: природа усиливает именно те сенсорные каналы, которые дают преимущество в конкретной нише.

— Акулы обладают высокочувствительной *электрорецепцией* (ампулы Лоренцини), позволяющей улавливать слабые электрические поля мышц добычи. Это даёт преимущество при охоте в мутной воде и в темноте.

— Рыбы используют *боковую линию* — систему механорецепторов, чувствительных к колебаниям воды. Она позволяет ориентироваться, избегать препятствий и двигаться синхронно в стае без участия зрения.

— Насекомые (например, мухи и стрекозы) имеют *фасеточные глаза* с высокой временной разрешающей способностью: они отлично улавливают быстрые движения, хотя пространственная детализация ниже, чем у человека.

— Летучие мыши и дельфины сделали ведущим анализатором слух: *эхолокация* с использованием ультразвука позволяет им «видеть» пространство звуком и охотиться в полной темноте. Дельфины используют ультразвук для коммуникации внутри стаи.

— Кошки и грызуны активно используют *вибриссы* — специализированные тактильные рецепторы, связанные с мощной корковой обработкой. Это инструмент навигации и анализа среды на близком расстоянии.

— Мигрирующие птицы обладают формой *магниторецепции*: они ориентируются по магнитному полю Земли, вероятно с участием светочувствительных молекул (криптохромов) в сетчатке.

→ Общий принцип: в филогенезе усиливается не «лучшее зрение вообще», а тот рецепторный канал, который повышает шансы на выживание именно в данной экологической нише.

Онтогенез: как сенсорные системы созревают у человека

В индивидуальном развитии действует тот же закон «от простого к сложному».

Сначала формируются *жизненно важные и грубые виды* чувствительности (тактильная, проприоцептивная, вестибулярная), затем → зрительно-пространственные, слуховые и ассоциативные системы.

Созревание рецепторов и корковых зон идёт неравномерно и тесно связано с опытом: *что используется — то развивается*.

Современный взгляд: нейропластичность вместо отбора

У человека, в отличие от животного мира, естественный отбор по сенсорным дефицитам существенно ослаблен.

Слабое зрение, слух или нарушение чувствительности не исключают выживание, потому что культура и медицина создали механизмы компенсации: *очки, слуховые аппараты, кохлеарные импланты, нейрореабилитацию, сенсорные тренировки*. Кроме того, используя интеллект, человек сумел увидеть то, что скрыто от невооруженного глаза: микроскоп позволяет увидеть

клетки и бактерии, а телескоп собирает свет от далеких, тусклых объектов (звезд, планет) и увеличивает их угловой размер, делая видимыми далекие галактики.

(!) Более того, современная нейронаука показывает: при утрате одного анализатора мозг способен перераспределять функции — усиливать другие сенсорные каналы и даже менять корковую организацию (нейропластичность).



Клинический смысл

В неврологии мы постоянно сталкиваемся с теми же принципами, что и в эволюции: при *утрате рецепторного входа* (нейропатии, слепота, глухота) мозг ищет обходные пути обработки информации; при *искажённом входе* формируются патологические ощущения (парестезии, фантомные боли, головокружение); *эффективность реабилитации* напрямую зависит от того, какие сенсорные системы можно усилить и переобучить.

→ В онтогенезе принцип тот же: сенсорные системы созревают не одновременно, а «под задачу» — ребёнок сначала опирается на грубые и жизненно важные сигналы (тактильность, равновесие), а затем усложняются зрительно-пространственные и тонкие анализаторные функции.

→ У человека естественный отбор по сенсорным дефицитам во многом смягчён *культурой и медициной*: очки, слуховые аппараты, операции и реабилитация позволяют компенсировать слабое звено — поэтому «*выживание*» всё меньше зависит только от остроты чувств, а всё больше — от *обучения и технологий*.

4.3. Определение и значение чувствительной сферы



Мнемоника

«Мозг – библиотека ощущений».

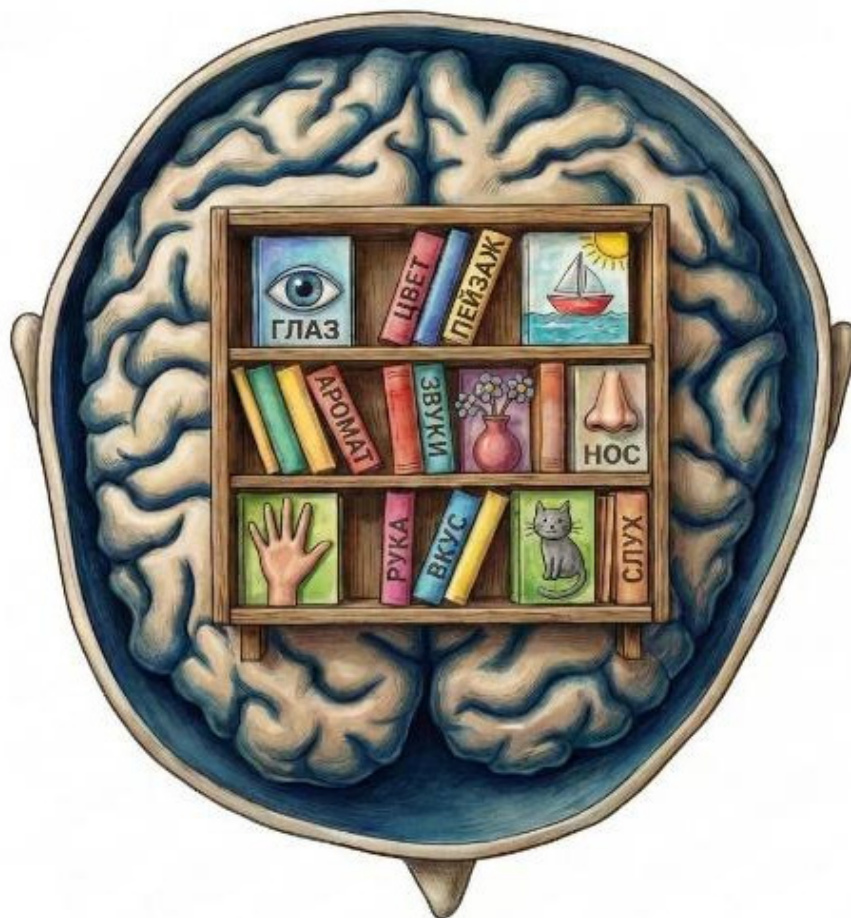


Ассоциация

Библиотека: книги = ощущения, приходящие по нервным путям.

Каждое ощущение — как книга на полке: зрение, слух, вкус, боль или прикосновение имеют свой «раздел».

Рецепторы — поставщики информации, *проводящие пути* — курьеры, а *мозг* бережно хранит и систематизирует весь этот сенсорный архив (Рис. 17).



БИБЛИОТЕКА ОЩУЩЕНИЙ

Рисунок 17 — Мозг — библиотека ощущений

Ключ: на рисунке гностические зоны (зрительная, слуховая, обонятельная и др.), представлены в виде библиотеки, хранящей сенсорную информацию. Вся информация от рецепторов по проводящим системам приходит в кору головного мозга в виде ощущений. Затем из этих кирпичиков формируется восприятие, а при дальнейшей обработке рождается представление о данном предмете или событии.



— *Чувствительная сфера* — способность воспринимать раздражения и анализировать их.

— *Чувствительность* (ощущение) — психический процесс отражения свойств предметов и явлений при воздействии раздражителя на рецепторы.



Клинический смысл

Нарушение чувствительной сферы искажает входную информацию, на которой строится вся работа мозга. Без точных «афферентных данных» невозможны ни движение, ни речь, ни осознанное поведение. При поражении *задних канатиков* спинного мозга → теряется проприоцепция → движения становятся неточными, «на ощупь». При повреждении *таламуса* → искажается восприятие боли и температуры → возникают дизестезии и центральная боль. При *корковых поражениях* теменной доли → больной ощущает, но не распознаёт стимул → тактильная агнозия. При *диабетической нейропатии* → исчезает чувствительная обратная связь от стоп → нарушается походка и возникает риск травм.

Чувствительная сфера – это не просто «приёмник сигналов», а основа точности движений, равновесия и восприятия собственного тела. Клинический анализ сенсорных нарушений позволяет локализовать очаг поражения и понять, где именно «разорвалась цепочка восприятия».

Сенсорная депривация у детей – это недостаток внешних стимулов (зрительных, звуковых, тактильных), приводящий к задержке психического, эмоционального и физического развития. Она возникает из-за обедненной среды (детские дома, болезни, изоляция), вызывая необратимые изменения мозга: задержку речи, моторную неловкость, поведенческие расстройства и снижение познавательной активности. Для коррекции используются: обогащение сенсорной среды, психотерапия, работа с нейропсихологом, создание эмоционально насыщенной среды. Чем раньше устраняется дефицит стимулов, тем выше шанс компенсировать развитие ребенка.

4.4. Закономерности ощущений (афферентация)



Мнемоника

«Афферентация – почта мозга».



Ассоциация

Курьер доставляет посылку – сигнал в офис – мозг.

Афферентные пути — сенсорные «кабели» от рецепторов к мозгу. Повреждение кабеля = выпадение чувствительности.

Пороги ощущений: абсолютный (минимум), относительный (различение). Чувствительность бывает абсолютной и относительной.

— **Абсолютная чувствительность** — это способность рецептора уловить самый минимальный сигнал, который ещё можно воспринять.

Пример: услышать еле слышный шорох ночью или почувствовать лёгкое прикосновение волоска на коже.

— **Относительная чувствительность** — это способность различать разницу между двумя раздражителями.

Пример: различить, что один звук громче другого, или почувствовать, что чашка чая стала теплее на несколько градусов.

4.5. Восприятие и представление

Путь, который проходит сенсорный импульс:

Впечатление — ощущение — восприятие — представление

Впечатление — сверхкратковременное (на уровне сенсорной памяти) удержание в мозге «сырой» информации от органов чувств (1—2 сек.), позволяющее воспринимать окружающий мир как непрерывный яркий эмоциональный поток.

Ощущение — элементарный, базовый процесс регистрации стимулов рецепторами (цвет, температура, форма).

Восприятие — целостное отражение предметов и явлений, объединяющее ощущения в узнаваемый объект (кружка).

Представление — психический процесс воссоздания предметов и явлений, ранее воспринятых (память) или преобразованных (воображение) — любимая кружка.

4.6. Адаптация и взаимодействие ощущений



Мнемоника

«Адаптация – привыкание рецептора».

Адаптация — снижение или повышение порогов при постоянном воздействии раздражителя. Все виды чувствительности, кроме болевой.



Мнемоника

«Взаимодействие ощущений – сенсорный диалог».



Ассоциация

«Оркестр чувств»: каждое чувство – отдельный инструмент, но иногда они играют вместе – громче, ярче, неожиданнее.

→ Слух усиливает зрение, запах окрашивает воспоминание, а слово может «на вкус» быть сладким.

Взаимодействие ощущений — изменение чувствительности одной системы под влиянием другой.

Феномены: сенсibilизация, контраст, синестезия.

Сенсibilизация ощущений — повышение чувствительности при тренировке или взаимодействии систем.

Практическое значение: компенсация дефектов (слепота → тактильность; глухота → вибрационная чувствительность).



Ассоциация

«Когда один фонарик погас – другой светит ярче» → Потеря одного чувства делает другие острее.

Контраст ощущений — изменение интенсивности восприятия под влиянием предшествующего или сопутствующего раздражителя (теплая вода кажется обжигающей после мороза).



Ассоциация

«Горячее после холодного кажется обжигающим – чувства любят сравнение»
→ Мозг оценивает не абсолют, а разницу.

Синестезия — «перекрестное» восприятие, соединение ощущений разных модальностей (музыка вызывает цвета, слова — вкус).

Бывает *проекционная* и *ассоциативная*.

— *Проекционная синестезия* — когда человек действительно «видит» дополнительное ощущение, как будто оно существует во внешнем мире (например, цифра «3» кажется красной на листе).

— *Ассоциативная синестезия* — когда ощущение возникает мысленно, как связь или образ в воображении (например, звук «фа» вызывает ощущение синего цвета, но без зрительного образа).

Описано более 70 видов (графемно-цветовая, музыкально-цветовая, пространственно-временная и др.) (Рис. 18).

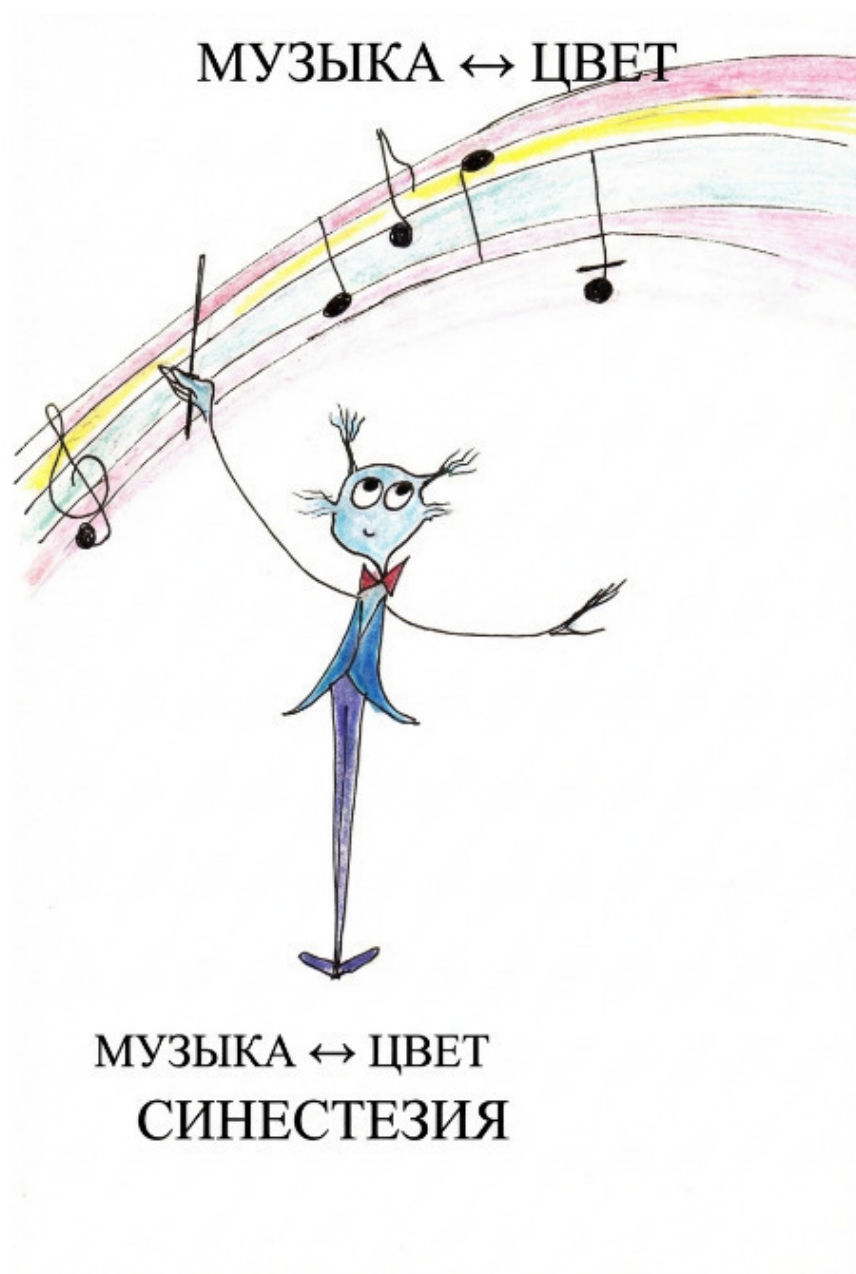


Рисунок 18 — Пример синестезии: восприятие цвета через музыку

Ключ: на рисунке звуки музыки, рождающиеся «из под палочки дирижера» вызывают устойчивые ассоциации с определенными цветами — это пример музыкально-цветовой синестезии.



Ассоциация

«Когда музыка становится красками, а слова – вкусом» → Чувства переплетаются и создают новое восприятие.

4.7. Анализатор



Мнемоника

«Анализатор – детектив сигналов».

Структура анализатора:

- *Периферический* уровень (рецепторы) — разведчик.
- *Проводниковый* уровень (пути) — почтальон.
- *Центральный* уровень (кора) — детектив.



Ассоциация

«Дело чувств»: *разведчик* замечает след, *почтальон* доставляет сообщение, а *детектив* в коре мозга раскрывает, что это было.

В постцентральной извилине расположена сенсорная карта тела — *гомункулус*.

Руки, губы и язык занимают непропорционально большое место, отражая их высокую чувствительность (Рис. 19).

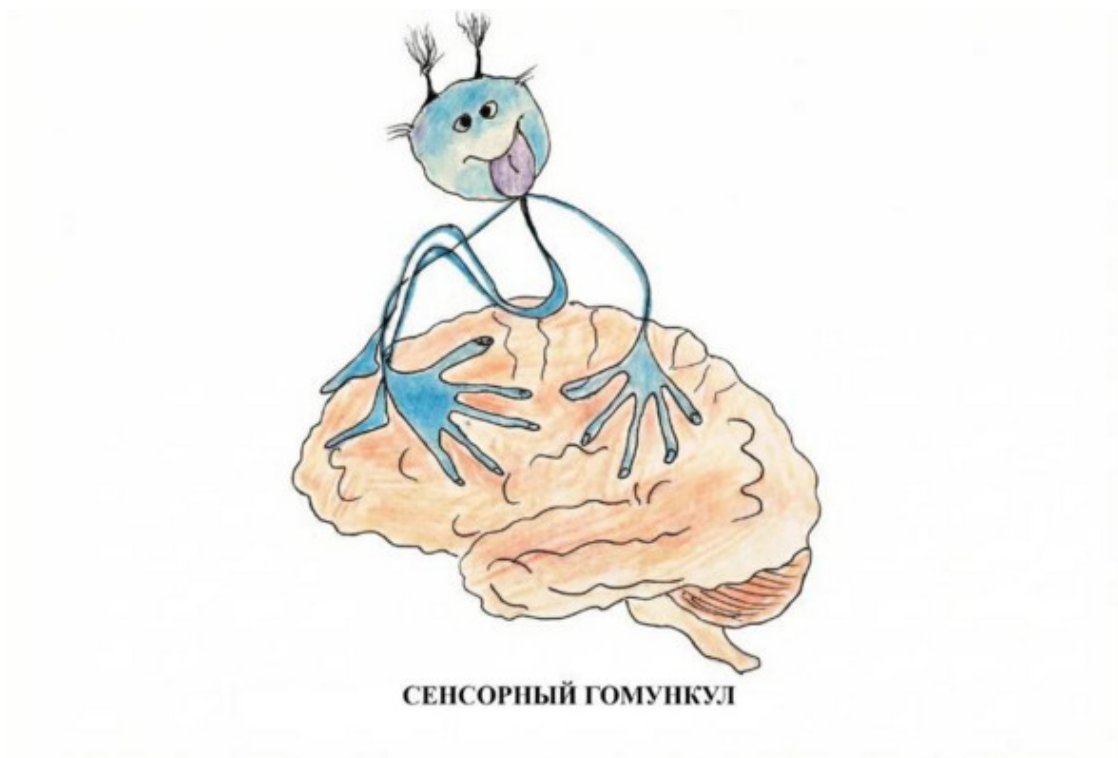


Рисунок 19 — Постцентральная извилина (сенсорная кора человека)

Ключ: на рисунке изображен кортикальный сенсорный гомункул (это 3D карта того, как наш мозг «видит» тело). У гомункула большие рот, язык, кисти, что связано с большей функциональной нагрузкой на эти зоны. Это соматотопическая чувствительная проекция человеческого тела. Впервые изображение двигательного и чувствительного гомункулов предложил нейрохирург Пенфилд, который, раздражая разные точки коры гальваническим током, получал реакцию различных участков тела пациента. Необходимо помнить, что на центральные извилины проецируется перевернутое изображение противоположной половины тела («перевернутый уродец»).



Рецепторы и их классификация



Мнемоника

«Рецептор – датчик».

Рецепторы воспринимают раздражители.

Бывают экстеро-, интеро-, проприорецепторы.

Классификация по модальности: механо-, термо-, хемо-, фото-, ноцицепторы.

4.8. Виды чувствительности



Мнемоника

«Чувствительность – сенсорный коктейль».

Три вида: *Экстероцептивная* (тактильная, температурная, болевая); *Проприоцептивная* (мышечно-суставная, положение тела); *Интероцептивная* (внутренние органы).

Поверхностная и *глубокая* чувствительность состоят из трёх нейронов (этажей): *первый* и *третий* «этажи» совпадают, а *второй* различается — именно здесь пути поверхностной и глубокой чувствительности расходятся (Рис. 20).

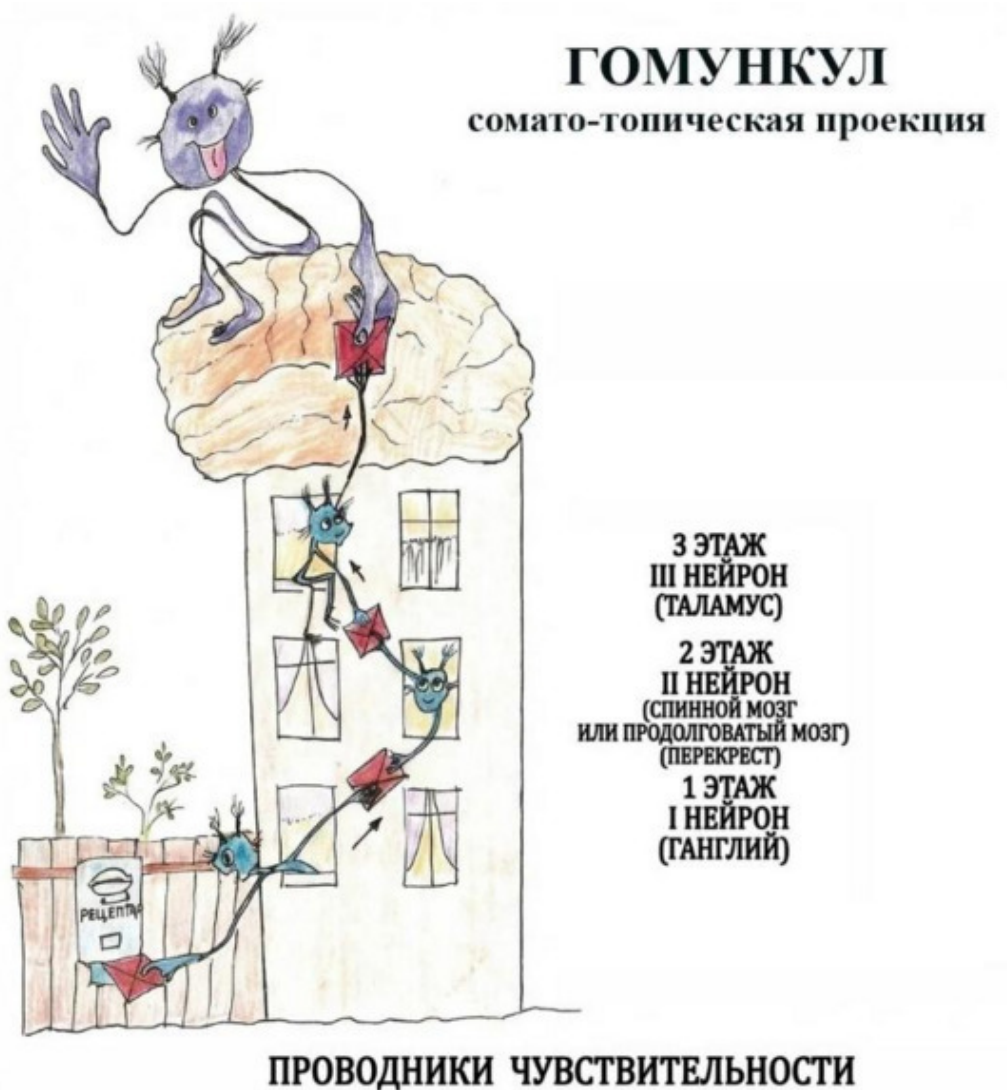


Рисунок 20 — Проводники поверхностной и глубокой чувствительности (общая схема)

Ключ: на рисунке представлен путь сенсорного импульса: почтовый ящик (рецептор), из которого информацию (письмо) забирает первый чувствительный нейрон на первом этаже (ганглии) и передает второму нейрону (второй этаж), совершая перекрест (второй нейрон у проводников поверхностной и глубокой чувствительности расположены в разных отделах). Второй нейрон несет «письмо» третьему нейрону на третий этаж (таламус), а тот отправляет «письмо» сенсорному гомункулу в постцентральную извилину головного мозга (крыша здания).



Ассоциация

«Три карты чувств»: *экстероцепция* – карта внешнего мира, *проприоцепция* – карта собственного тела, *интероцепция* – карта внутреннего состояния → Мозг ориентируется сразу в трёх пространствах: вокруг, внутри и в себе.

Сложные формы чувствительности: дискриминационная, стереогноз, двумерно-пространственное чувство.

4.8.1. Пути поверхностной чувствительности (спиноталамический)

Путь: *1 нейрон* — спинномозговой ганглий; *2 нейрон* — задние рога СМ; перекрест → передний и латеральный спиноталамический путь; медиальная петля; *3 нейрон* — таламус; далее → через нижнюю треть заднего бедра внутренней капсулы → в постцентральную извилину (сенсорный гомункулус) (Рис. 21).

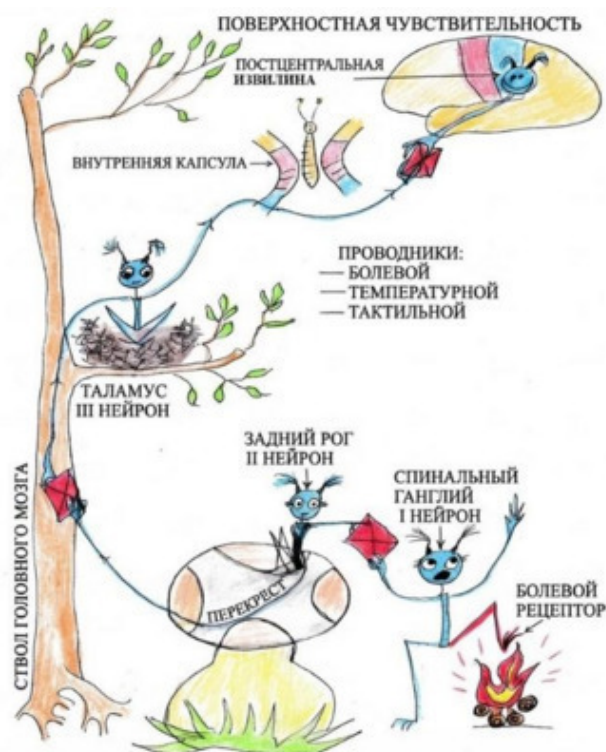


Рисунок 21 — Схема проводников поверхностной чувствительности

Ключ: на рисунке показан ход проводника поверхностной (болевой, температурной, частично тактильной) чувствительности. От болевого рецептора (обожженная стопа над костром в правом нижнем углу) — импульс по периферическому нерву (нога нейрона) приходит в спинальный ганглий (первый чувствительный нейрон), откуда информация (письмо) попадает нейрону заднего рога спинного мозга (второй чувствительный нейрон). Отросток второго нейрона через переднюю спайку совершает переход на противоположную сторону в диагональной плоскости на уровне 2-х сегментов (на рисунке это шляпка гриба), а дальше следует вверх через весь ствол (на рисунке — ствол дерева) до третьего нейрона, который представлен в виде нейрона, сидящего в вороньем гнезде. Отросток третьего нейрона отправляет информацию (письмо) через нижнюю треть заднего бедра внутренней капсулы (крыло бабочки) в постцентральную (чувствительную) извилину коры головного мозга, где письмо получает сенсорный гомункул.





Мнемоника

«3 нейрона – 3 станции боли». 1– *Ганглий* – приём сигнала («почтовый ящик»); 2– *Спинной мозг* – пересылка и перекрест («сортировочный центр»); 3– *Таламус* – доставка в кору («адресат – сознание»)

→ Путь: Ганглий → Спинной мозг (перекрест) → Таламус → Кора.



Ассоциация

«Почтальон боли»: первый нейрон получает письмо от рецептора, второй – перебрасывает через границу (перекрест), третий доставляет послание в мозг – и в сенсорном «офисе» (постцентральная извилина) его читают как ощущение.



Ассоциация

Как запомнить нейроны поверхностной чувствительности?

В ганглии *первый* сигнал поймал,

В роге *второй* перекрёст направлял.

Третий в таламусе – все обработал,

Сигнал в кору полетел: путь сработал!

Особенности: *перекрест* выше на 2—3 сегмента; *эксцентрическое* расположение волокон; часть тактильных волокон идёт *билатерально*.

— *Перекрест* выше на 2—3 сегмента: волокна переходят на противоположную сторону не сразу, а немного выше уровня входа в спинной мозг.

— *Эксцентрическое* расположение волокон: новые волокна ложатся снаружи, старые — глубже, формируя «слоёный» порядок.

— Часть тактильных волокон идёт *билатерально*: некоторые сигналы передаются в обе стороны, обеспечивая дублирование и надёжность восприятия.



Клинический смысл

Знание особенностей проводников поверхностной чувствительности помогает точно локализовать поражение:

- если нарушена поверхностная чувствительность на одной стороне тела, очаг находится на противоположной стороне спинного мозга, чуть выше уровня симптомов (из-за перекреста на 2–3 сегмента);
- по закону Ауэрбаха-Флатау об эксцентрическом расположении длинных путей в боковых канатиках спинного мозга, интрамедуллярная опухоль спинного мозга дает нарушение поверхностной чувствительности по нисходящему типу «по типу масляного пятна», а экстрамедуллярная – по «восходящему» типу;
- при частичном поражении проводников симптомы могут быть мозаичными – из-за эксцентрического расположения волокон;
- билатеральное проведение тактильных сигналов объясняет, почему осязание иногда частично сохраняется при односторонних повреждениях.

4.8.2. Пути глубокой чувствительности (Голля и Бурдаха)

Путь: *1 нейрон* — спинномозговой ганглий; *2 нейрон* — ядра Голля и Бурдаха; перекрест в продолговатом мозге; медиальная петля; *3 нейрон* — таламус; далее — нижняя треть заднего бедра внутренней капсулы → постцентральная извилина (Рис. 22).



Рисунок 22 — Схема проводников глубокой чувствительности

Ключ: на рисунке в правом нижнем углу показан нейрон, поднимающий гирю. Это значит, что оказано воздействие на проприорецептор левой руки нейрона, которая на рисунке ассоциируется с периферическим нервом и приходит в спинальный ганглий (первый нейрон). Отросток первого нейрона (правая рука первого нейрона) несет информацию через задние столбы спинного мозга (пути Голля и Бурдаха, на рисунке — в шляпке гриба), в продолговатый мозг (ствол мозга представлен в виде ствола дерева). Здесь информацию (письмо) получает второй нейрон (переключение на собственные ядра Голля и Бурдаха), после чего волокна совершают неполный перекрест и поднимаются вверх до таламуса (третий нейрон, сидящий в вороньем гнезде). Отросток третьего нейрона отправляет информацию (письмо) через нижнюю треть заднего бедра внутренней капсулы (крыло бабочки) в постцентральную (чувствительную) извилину коры головного мозга, где письмо получает сенсорный гомункул.





Мнемоника

Путь в 3 шага: 1– *Ганглий* – «приём посылки»; 2– собственные ядра *Голля и Бурдаха* в продолговатом мозге– «переупаковка и отправка через перекрест»; 3– *Таламус* – «доставка в кору (к адресату)».

Особенности: волокна от *нижней половины тела* — пучок *Голля* (медиально), от *верхней* — пучок *Бурдаха* (латерально).



Мнемоника

«Голль – «забивает гол» – (нога), Бурдах – берет (рука)» → Нижняя половина тела – медиально (Голль), верхняя – латерально (Бурдах).



Ассоциация

«Почта тела: от ног и рук к мозгу»: письма от ног (Голль) и от рук (Бурдах) поднимаются по «двум почтовым линиям» – в продолговатом мозге письма встречаются и меняются местами (перекрест) – далее идут через «медиальную петлю» к таламусу – затем попадают в «сенсорный архив» – постцентральную извилину.



Ассоциация

Как запомнить нейроны глубокой чувствительности?

В ганглии *первый* сигнал принял,
К Голлю и Бурдахе он побежал.
В продолговатом – *второй*; перекрёсток пути,
Через петлю медиальную – в таламус идти.
Там *третий* нейрон весточку ждет –
В кору теменную чувство идёт.



Клинический смысл

Поражение *пучка Голля* приводит к утрате глубокой чувствительности в ногах и нижней половине тела, а *пучка Бурдаха* – в руках и верхней половине тела.

→ Такое разделение помогает врачу определить уровень и сторону очага в спинном мозге: чем выше повреждение, тем больше утраченных зон.

→ При двустороннем поражении задних канатиков возникает сенситивная атаксия – человек теряет чувство положения конечностей и координацию движений.

4.9. Расстройства чувствительности



Мнемоника

«Сенсорный экран телевизора – сломался».

Количественные: гипестезия, анестезия, гиперестезия (Рис. 23).

— *Гипестезия* — снижение чувствительности, ощущения становятся слабее.

— *Анестезия* — полная утрата чувствительности, «онемевший участок».

— *Гиперестезия* — повышенная чувствительность, даже лёгкое прикосновение ощущается слишком резко.

Качественные: парестезия, дизестезия, аллодиния.

— *Парестезия* — ложные ощущения (покалывание, «мурашки» без раздражителя).

— *Дизестезия* — искажённое восприятие стимула (касание кажется жжением или болью).

— *Аллодиния* — боль в ответ на безвредное раздражение (например, лёгкое прикосновение вызывает боль).

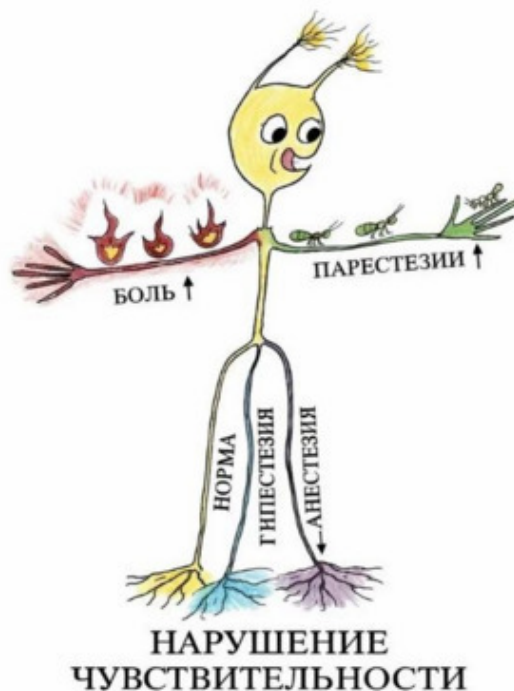


Рисунок 23 — Виды нарушения чувствительности

Ключ: на рисунке показаны виды нарушения чувствительности: (гипестезия — снижение — голубым цветом; анестезия — отсутствие чувствительности — сиреневым цветом; парестезия — чувство «ползания мурашек» — зеленым цветом; боль — красным цветом).



Ассоциация

«Сломанный сенсорный телевизор»: Картинка то гаснет (анестезия), то рябит (парестезия), то становится слишком яркой и болезненной для глаз (гиперестезия)
→ Сигнал есть, но мозг получает искажённое изображение.

Варианты нарушения чувствительности по уровню поражения: невритический (полиневритический), корешковый, сегментарный, проводниковый, корковый.

— *Невритический, полиневритический* — поражение нерва; выпадение всех видов чувствительности в зоне его иннервации («полосой» или «перчаткой»).

— *Корешковый* — утрата всех видов чувствительности в зоне иннервации корешка, при раздражении — парестезии, корешковые боли.

— *Сегментарный* (заднероговый, сирингомиелитический, диссоциированный) — поражение задних рогов спинного мозга. Выявляется нарушение болевой, температурной чувствительности в виде пояса или пятна по дерматому. Глубокая чувствительность в сегменте сохранена!

— *Проводниковый* — поражение спинного мозга; утрата поверхностных видов чувствительности на 2—3 см ниже уровня очага с противоположной стороны или глубоких видов с уровня поражения на соименной стороне.

— *Таламический* — характеризуется контралатеральной гемианестезией, выраженным болевым синдромом, гиперпатией, аллодинией, сенситивной гемиатаксией. Возможно формирование «таламической руки».

— *Корковый* — поражение постцентральной извилины; выпадение ощущений в противоположной половине тела, часто частичное по монотипу, или искажённое.



Клинический смысл

Определение уровня выпадения чувствительности помогает точно локализовать очаг поражения:

→ Если нарушена зона одного нерва – страдает периферический уровень; пояс или пятно по дерматому указывают на сегментарное поражение.

→ При выпадении чувствительности ниже определённой линии – поражён проводниковый уровень спинного мозга, а асимметричные или частичные нарушения в противоположной половине тела говорят о корковом очаге.

Такой анализ позволяет врачу «прочитать» тело пациента как карту нервной системы.

4.10. Механизмы боли (ноцицепция)

Боль — защитный механизм. При *анальгезии* сигнализация выключена, при *гипералгезии* — чрезмерна.

Нейропатическая боль — ложные сигналы тревоги.



Ассоциация

«Сигнализация организма» – Боль – как охранная система: при *анальгезии* сигнализация выключена – вор входит незаметно, при *гипералгезии* – тревога срабатывает на каждый шорох, а при *нейропатической боли* – сирена орёт без причины → *Боль защищает, пока сигнал проходит.*

Самопроверка (5 вопросов)



- Назовите три уровня анализатора и их функции.
- Чем отличается экстероцептивная чувствительность от проприоцептивной?
- Какие особенности имеет спиноталамический путь?
- Какие проводники составляют пути Голля и Бурдаха?
- Какие бывают количественные и качественные нарушения чувствительности?



Итог главы в одном абзаце

Чувствительная сфера объединяет восприятие, проведение и анализ сигналов. Разнообразие ощущений, их адаптация, взаимодействие и нарушения формируют клиническую картину и являются ключом для топической диагностики в неврологии.

Для любознательных (расширение и источники из текста)



— Три уровня анализатора — периферический (рецептор), проводниковый и центральный — впервые были чётко сформулированы в работах И. П. Павлова и А. А. Ухтомского. Периферический уровень (рецептор) воспринимает раздражение, проводниковый (пути) передаёт сигнал, а центральный (кора) анализирует, интегрирует информацию, формирует ответ, а также отправляет в хранилище памяти (гиппокамп). Эта трёхзвенная структура сохраняется для всех видов чувствительности — от зрения до проприоцепции.

— Чувствительность — не единый поток, а система параллельных каналов. Экстероцепция собирает сигналы о внешнем мире, проприоцепция сообщает о положении тела, интероцепция контролирует внутренние органы. Каждый тип чувствительности имеет собственные рецепторы и пути, но объединяется в коре для формирования целостного образа.

— Пути чувствительности имеют чёткую топiku. Поверхностная чувствительность (спиноталамический путь) передаёт боль и температуру через перекрест в спинном мозге, а глубокая (пучки Голля и Бурдаха) — положение тела и вибрацию, перекрещиваясь в продолговатом мозге. Эти два канала сходятся в таламусе и далее проецируются в постцентральную извилину, образуя «сенсорный гомункулус».

— Карта тела в коре — динамична. Эксперименты У. Пенфилда (1937) показали, что каждый участок тела имеет «корковое представительство». Именно результаты этих исследований подтолкнули Пенфилда к идее создания гомункулусов. Функциональная МРТ подтвердила, что при тренировке (например, у пианистов или спортсменов) зоны, отвечающие за активные участки тела, расширяются — пример сенсорной нейропластичности. Возможно, данный принцип лежит в процессе постнатальной дифференциации ядер («дозревание» коры), когда максимально используются генетически запрограммированные потенциальные возможности ребенка.

— Взаимодействие ощущений — не редкость, а физиологический механизм мозга. Сенсбилизация усиливает чувствительность при тренировке или потере других модальностей; контраст меняет восприятие в зависимости от предыдущих раздражителей; синестезия соединяет разные чувства (звук становится цветом, слово — вкусом). Считается, что при синестезии между сенсорными зонами сохраняются дополнительные связи, обычно подавляемые у большинства людей.

— Боль — охранный механизм организма. Её восприятие регулируется восходящими и нисходящими путями: «ворота боли» в спинном мозге (Мелзак и Уолл, 1965) и центральные антиноцицептивные системы в стволе мозга. Когда эта регуляция нарушена, возникают феномены гипералгезии или нейропатической боли — «ложной сигнализации» организма.

ГЛАВА 5. НОЦИЦЕПТИВНАЯ И АНТИНОЦИЦЕПТИВНАЯ СИСТЕМЫ



Цели главы (запомнить за 60 секунд)

Ноцицепция = сигнал тревоги организма («охранная сигнализация»).

Антиноцицепция = встроенный анальгетик («свой ибупрофен»).

Пути проведения боли: Аδ – быстрая боль, С – медленная.

Антиноцицепция работает на уровне спинного мозга (ворота боли) и головного мозга (эндорфины).

Баланс этих систем определяет нормальное восприятие боли.

Нарушения → хроническая боль, гипералгезия, аллодиния или нечувствительность к боли.

Виды болей.

Диагностика: тесты на болевую чувствительность, рефлекс, нейровизуализация.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.