

## Оглавление

|  |     |
|--|-----|
| <b>Раздел 1. Понятие и принципы функциональной диагностики</b><br><i>А. Ю. Шишелова</i> . . . . .  | 5   |
| <b>Раздел 2. Основы функциональной диагностики обмена веществ и энергии</b><br><i>О. С. Раевская</i> . . . . .                             | 11  |
| <b>Раздел 3. Основы функциональной диагностики пищеварительной системы</b><br><i>А. Ю. Шишелова, А. С. Биличенко</i> . . . . .             | 23  |
| <b>Раздел 4. Основы функциональной диагностики сердечно-сосудистой системы</b> . . . . .   | 34  |
| 4.1. Методы оценки гемодинамической функции сердца<br><i>Н. Н. Алипов</i> . . . . .  | 34  |
| 4.2. Электрофизиологические методы оценки сердечной деятельности<br><i>Н. Н. Алипов</i> . . . . .  | 46  |
| 4.3. Методы функциональной диагностики сосудистой системы и гемодинамики<br><i>О. В. Сергеева</i> . . . . .                                | 60  |
| <b>Раздел 5. Основы функциональной диагностики автономной (вегетативной) нервной системы</b><br><i>А. Ю. Шишелова</i> . . . . .            | 76  |
| <b>Раздел 6. Основы функциональной диагностики системы крови</b><br><i>Н. Н. Лысенко</i> . . . . .   | 87  |
| <b>Раздел 7. Основы функциональной диагностики дыхательной системы</b><br><i>И. Н. Дьяконова, Т. Е. Кузнецова, О. Г. Зоненко</i> . . . . . | 99  |
| <b>Раздел 8. Основы функциональной диагностики головного мозга</b><br><i>Т. Е. Кузнецова, С. А. Гордеев, Ю. Н. Самко</i> . . . . .         | 114 |
| <b>Раздел 9. Основы диагностики выделительной функции почек</b><br><i>Л. В. Трубецкая</i> . . . . .  | 133 |

## Раздел 5

# Основы функциональной диагностики автономной (вегетативной) нервной системы

**Автономная нервная система (АНС)** — это комплекс центральных и периферических нервных структур, регулирующих жизнедеятельность внутренних органов и систем в соответствии с потребностями и приспособительными реакциями организма. Общая функция АНС — регуляция деятельности внутренних органов для поддержания гомеостаза в покое и при нагрузке, а также обеспечение долговременных адаптивных перестроек при повторяющихся нагрузках.

### Функции отделов АНС

Функции симпатического отдела: 1) краткосрочная системная мобилизация энергетических ресурсов при нагрузках, действии стрессоров (эрготропное действие); 2) адаптационно-трофическая (длительные изменения метаболизма в рабочих клетках).

Функции парасимпатического отдела: 1) поддержание оптимального функционирования органов в покое; 2) восстановление гомеостаза после активной деятельности (трофотропное действие). Влияние парасимпатического отдела АНС характеризуется локальными рефлекторными реакциями и кооперацией с местными, внутриорганными рефлекторными реакциями (метасимпатическими).

### Подходы к исследованию активности АНС

О функциях АНС судят по активности рабочих органов:

- 1) в покое;
- 2) при нагрузке (физической, психоэмоциональной);
- 3) при воздействии на рецепторы (электрокожное раздражение, надавливание на глазные яблоки и др.).

### Методы, применяющиеся для ФД автономной системы

1. Оценка автономных (вегетативных) влияний на деятельность сердца: измерение ЧСС, анализ variability сердечного ритма, проявлений рефлекторных реакций. На интервалы между сокращениями сердца (кардиоинтервалы) влияет совокупность контуров регуляции, связанных с контролем различных гомеостатических констант. Нервные механизмы данных контуров реализуются через центры АНС. Измерение ЧСС представляет грубую оценку активности АНС, более тонкое исследование выраженности симпатических и парасимпатических влияний на работу сердца возможно путем анализа variability сердечного ритма.
2. Пробы, основанные на вегетативных рефлексах. При проведении проб наносят внешнее раздражение и оценивают реакцию соответствующего рабочего органа.  
В ряде проб исследуют изменение сердечной деятельности путем регистрации ЧСС или кардиоинтервалов при раздражении определенных рецепторов. Примеры таких проб: а) ортостатическая (смена положения тела с горизонтального на вертикальное), б) клиностатическая (смена положения тела с вертикального на горизонтальное) и ее разновидность с меньшим набором рефлексогенных зон — рефлекс Ортнера (запрокидывание головы назад в положении стоя), в) с надавливанием на глазные яблоки (рефлекс Ашнера), г) проявления барорефлекса в ответ на повышение/снижение АД.  
Также распространены пробы с оценкой кожных реакций: 1) электропроводности кожи при внешнем раздражении или психоэмоциональных реакциях (регистрация вызванных кожных вегетативных потенциалов, кожно-гальванической реакции); 2) просвета сосудов кожи (дермография), 3) сокращения волосных мышц (пиломоторный рефлекс). Также для диагностики функций АНС можно использовать оценку величины зрачка, дыхательной функции и др.
3. Оценка типа гемодинамики по характеру изменения АД при нагрузке. По особенностям изменения систолического и диастолического АД выделяют несколько типов реагирования сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку: для нормотонического типа характерно повышение систолического и понижение диастолического АД во время нагрузки, для гипертонического — сильное повышение систолического АД при незначительном повышении диастолического, для гипотонического —

- слабое повышение систолического АД при сильном увеличении ЧСС, для дистонического – сильное повышение систолического АД с одновременным снижением диастолического АД.
4. Определение уровня зависимых от АНС гормонов и пептидов: концентрации в крови зависимых от активности симпатического отдела адреналина, нейропептида Y, маркера парасимпатической активности панкреатического полипептида.
  5. Фармакологические пробы, с введением веществ, стимулирующим или ингибирующим активность отделов АНС. Например, введение адреналина (подкожно 1 мл 0,1% раствора адреналина) у здорового человека вызывает побледнение кожных покровов, повышение АД, учащение сердечных сокращений. При симпатикотонии эти проявления более выражены.
  6. Субъективные методы: опросники для выявления симптомов расстройств АНС.

При проведении проб нужно учитывать включение рабочих органов в разные функциональные системы, а также новизну ситуации для обследуемого. Последний фактор может вызывать ориентировочный рефлекс, искажающий результаты диагностики.

#### **Оценка реактивности человека по экстракардиальным рефлексам автономной нервной системы** (см. рабочую тетр.: занятие 6, работа 1)

Экстракардиальные сомато-вегетативные рефлексы возникают при раздражении соответствующих рефлексогенных зон и проявляются в большинстве случаев в усилении влияний блуждающих нервов на сердце. Афферентный путь рефлексов через вставочные нейроны достигает ядер этих нервов в продолговатом мозге, откуда начинается эфферентный путь к сердцу. Рефлекс Ортнера возникает в ответ на возбуждение вестибулярных рецепторов преддверия при наклоне головы назад и проявляется в снижении ЧСС. Глазо-сердечный рефлекс Ашнера – Даньини возникает при надавливании на глазные яблоки и также проявляется в снижении ЧСС. Это тригемино-вагальный рефлекс, связанный с раздражением механорецепторов мягких тканей глазных орбит.

В среднем ЧСС при данных рефlekсах снижается на 4–6 ударов в минуту. Слишком сильное снижение ЧСС свидетельствует о повышенной активности парасимпатического отдела. Отсутствие урежения ЧСС или учащение отражает дисбаланс в автономной регуляции на уровне высших центров головного мозга, с преобладанием симпатических влияний. Слабое урежение ЧСС может

быть результатом небольшой симпатикотонии или индивидуальной реакции на ситуацию обследования.

#### **Определение типа автономной регуляции сердечно-сосудистой системы по индексу Кердо** (см. рабочую тетр.: занятие 6, работа 2)

Индекс Кердо позволяет оценить состояние тонуса автономной нервной системы по параметрам, характеризующим состояние сердечно-сосудистой системы, – уровню диастолического артериального давления (ДАД) и ЧСС. Быстрые нейрогенные механизмы регуляции АД проявляются в изменении общего периферического сопротивления сосудов и сердечного выброса. ДАД отражает степень симпатических влияний на просвет сосудов – основного фактора в создании общего периферического сопротивления сосудов. ЧСС – легко измеряемый компонент сердечного выброса, в равной степени зависящий от симпатического и парасимпатического влияний на сердце.

#### **Дермография** (см. рабочую тетр.: занятие 6, работа 3)

**Дермографизм** – локальная сосудистая реакция кожи, возникающая в ответ на ее штриховое механическое раздражение. Сначала в месте механического воздействия на коже появляется белая полоска, которая через некоторое время сменяется красной.

При штриховом механическом раздражении кожи возбуждаются механорецепторы и возникает рефлекс, имеющий быстрый нейрогенный компонент и медленный компонент – нейрогуморальной и гуморальной природы.

Быстрый компонент связан с переключением возбуждения с афферентных волокон на эфферентные нейроны симпатических ганглиев (ганглионарный рефлекс, характеризующийся сегментарностью проявлений). Возбудимость эфферентных нейронов зависит от влияния преганглионарных волокон, идущих от нейронов спинальных симпатических центров. Таким образом, проявление сосудосуживающей реакции зависит от тонуса симпатических центров, регулирующих тонус сосудов кожи. Активность данных центров может отличаться от активности симпатических центров, регулирующих тонус сосудов мышц, так как симпатические влияния на сосуды кожи больше задействованы в функциональной системе терморегуляции, а влияния на сосуды мышц – в функциональной системе поддержания АД.

Медленный компонент обусловлен аксон-рефлексом – антидромным распространением возбуждения по коллатеральным аф-

ферентным волокнам, приводящим к выделению из афферентных окончаний вазоактивных пептидных медиаторов – субстанции Р, КГРП (кальцитонин-ген-родственного пептида). Эти вещества вызывают расширение сосудов, что проявляется в покраснении кожи.

Сниженная активность симпатических влияний отражается в более быстром появлении гуморального компонента. У некоторых людей гуморальный компонент проявляется очень сильно, что может быть связано с повышенной реактивностью иммунокомпетентных клеток кожи и выделением значительного количества нейрпептидов. В этой ситуации пептиды вызывают секрецию гистамина из тучных клеток, и красный дермографизм проявляется очень интенсивно и длительно (дермографическая крапивница).

### Опросники для выявления признаков вегетативных изменений

(см. рабочую тетрадь: занятие 6, работа 4)

Использование различных анкет, позволяющих на основании описаний часто наблюдаемых симптомов оценить состояние автономной нервной системы обследуемого, имеет преимущество независимости результатов от непривычной обстановки и многократных наблюдений. Опросник, предложенный А. М. Вейном (1998), содержит вопросы о симптомах, связанных с дисфункциями в автономной регуляции сердечно-сосудистой системы, ЖКТ, дыхания, возбудимости ЦНС.

### Оценка реактивности автономной нервной системы человека по электродермальной активности

(см. рабочую тетрадь: занятие 6, работа 5)

Электродермальная активность ЭДА (кожно-гальваническая реакция) обусловлена электрической активностью потовых желез, эпидермиса, дермы и изменением электрического сопротивления поверхности кожи в зависимости от уровня потоотделения. Изменение ЭДА в ответ на внешнее раздражение – вызванный кожный вегетативный потенциал (ВКВП, в зарубежной литературе *sympathetic skin response*). ВКВП – результат надсегментарного соматовегетативного рефлекса, рабочим органом которого являются потовые железы, а главным нервным центром – задний гипоталамус. Влияние заднего гипоталамуса (стимулирующее или ингибирующее) реализуется в основном через симпатические центры спинного мозга. При внешнем раздражении активируются рефлекторные пути, проходящие через высшие надсегментарные уровни го-

ловного мозга – гипоталамус, лимбическую систему, кору. Рефлекс проявляется сначала в кратковременном торможении симпатических центров и снижении потоотделения, затем – в усилении симпатических влияний на потоотделение. Усиление первоначального торможения симпатической активности связывают с наличием парасимпатикотонии, вследствие дисбаланса на уровне высших центров регуляции.

**Регистрация ВКВП** производится при электрической стимуляции. Регистрируют изменение потенциала на поверхности кожи между положительным и отрицательным электродами. При регистрации ВКВП с ладони регистрирующие электроды устанавливаются на кожу фаланги и основание среднего пальца, раздражающие – на ладонь испытуемого. Определяют пороги раздражения, далее стимулируют импульсами тока несколько раз с постепенным увеличением силы тока. Для анализа используют 2–3 наиболее воспроизводимых ответа. ВКВП представляет собой результат двух накладывающихся друг на друга процессов, запускаемых общим стимулом, – уменьшения потоотделения (1-я и 3-я фазы) и увеличения потоотделения (2-я фаза). Измеряют латентный период появления ответа (ЛП), амплитуду ( $A_1$ ,  $A_2$ ) и длительность ( $S_1$ ,  $S_2$ ) первой и второй фаз ВКВП.

При анализе ВКВП как проявлению симпатического рефлекса учитывают реципрокные взаимоотношения между эрготропными и трофотропными центрами. **Первая фаза** отражает активацию трофотропных гипоталамических центров, тормозящих потоотделение; ее показатели увеличиваются при парасимпатикотонии. **Вторая фаза** связана с увеличением потоотделения на стимуляцию, отражает активность надсегментарных эрготропных центров, симпатический тонус.

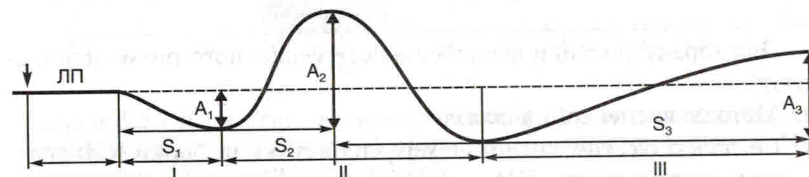


Рисунок 5.1. Схема вызванного кожного вегетативного потенциала, зарегистрированного с ладони. Объяснения см. в тексте.

ЛП ВКВП с ладони отражает преимущественно наиболее медленные процессы проведения сигнала: 1) продолжительность си-

## Раздел 8

# Основы функциональной диагностики головного мозга

Головной мозг вместе со спинным формирует центральную нервную систему, которая, координируя деятельность всех органов и систем, объединяет их в единый организм и обеспечивает его приспособление к изменениям внешней и внутренней среды. Основные функции головного мозга: 1) интеграция управления поведением и внутренними органами для поддержания гомеостаза, 2) организация психической деятельности. Все наши мысли, чувства, ощущения, желания связаны с работой головного мозга, и, если он не функционирует, утрачивается способность человека к каким-либо целенаправленным действиям и ощущениям.

Выделяют три главных отдела головного мозга: передний (конечный мозг и промежуточный мозг), средний и задний (мост, продолговатый мозг и мозжечок).

**Передний отдел головного мозга.** Конечный мозг состоит из двух полушарий, покрытых тонким слоем серого вещества, или корой (новой, старой и древней). Внутри белого вещества полушарий расположены базальные ядра. Каждое из полушарий отвечает за управление противоположной стороной тела. Кортиковые зоны правого полушария играют ведущую роль в обработке невербальной информации, восприятии мира в образах и символах, левое — в обработке вербальной информации и аналитическом мышлении. Функционально большие полушария связаны между собой, взаимодополняя работу друг друга в формировании высших психических функций — сенсорных ощущений, мышления, памяти, речи и др. Основная функция базальных ганглиев заключается в настройке параметров движений (скорости, силы и др.). Также они участвуют в организации эмоций и мотиваций (за счет связей с лимбической системой).

В состав *промежуточного мозга* входят таламус, эпителиамус, гипоталамус. *Сенсорные ядра таламуса* проводят сенсорную информацию о внешней и внутренней средах организма к соответствующим зонам коры больших полушарий, *моторные* — от мозжечка и базальных ганглиев к лобной доле, *ассоциативные* образуют связи

с лимбической системой и ассоциативными областями коры, играя важную роль в управлении поведением и организации внимания. Неспецифические ядра таламуса получают входы преимущественно из ретикулярной формации и передают сигналы во вторичные проекционные и ассоциативные области коры больших полушарий (способствуя поддержанию ее возбудимости), а также в базальные ганглии. Гипоталамус принимает важное участие в оценке гомеостатических констант, в генерации эмоционального и мотивационного возбуждения, является высшим подкорковым центром управления автономной и нейроэндокринной системами.

**Задний отдел головного мозга** включает в себя мозжечок, мост и продолговатый мозг. Главные функции *мозжечка*: 1) поддержание позы, равновесия, 2) координация и коррекция движений по ходу их выполнения, 3) участие в планировании и осуществлении программ быстрых произвольных движений, 4) участие в регуляции автономной нервной системы.

**Средний отдел мозга** соединяет между собой передний и задний отделы и вместе с продолговатым мозгом и мостом входит в состав ствола мозга. **Ствол мозга** выполняет соматические и вегетативные рефлекторные и проводниковые функции, а также включает структуры, участвующие в тонкой регуляции позы и движений (вестибулярные ядра, красное ядро и др.), общей возбудимости мозга (восходящая активирующая ретикулярная система), организации высших психических функций (восходящие сенсорные пути и нисходящая от высших центров регуляция их активности). В состав продолговатого мозга входят нервные центры, контролируемые функции жизненно важных физиологических систем: дыхательный, сосудодвигательный, обеспечивающие начальный этап пищеварения — центры жевания, слюноотделения, глотания.

Все части головного мозга связаны между собой и являются дополнением друг друга, что позволяет поддерживать жизнедеятельность нашего организма, ощущать, чувствовать и адекватно реагировать на изменения внешней и внутренней среды.

Исследования мозга и некоторые формы его лечения (прежде всего нейрохирургическое вмешательство) известны с древних времен. Наблюдая поведенческие или физиологические последствия повреждения определенной мозговой структуры, можно было судить о ее функции. Альтернативным методом исследований стали эксперименты на лабораторных животных с использованием физиологических методов разрушения, перерезок, раздражений разных структур мозга. Большой вклад в изучение функций головного мозга внес И. П. Павлов, который ввел в физиологию поня-

тие условного рефлекса и использовал условные рефлексы как метод изучения функций высших отделов мозга, коры и ближайших подкорковых структур. И в настоящее время этот метод успешно используется для изучения нейрофизиологических механизмов высших мозговых функций.

Современные методы исследования используют основные достижения современной науки, что значительно повышает возможность проникнуть в тайны механизмов работы головного мозга.

## Современные уровни исследований головного мозга

**Молекулярный.** Головной мозг состоит из громадного числа молекул, многие из которых уникальны для нервной системы. Это медиаторы, с помощью которых клетки общаются друг с другом; вещества, ответственные за транспорт веществ в клетку и из клетки, за рост, сохранение прошлого опыта и пр. Методы молекулярной нейробиологии предполагают использование генетического материала нейронов для понимания структуры и функций молекул головного мозга. Известно, что мозг млекопитающих является самым сложным по генетическому обеспечению органом тела; у человека как минимум каждый второй ген (50% генетического материала) связан с обеспечением той или иной функции нервной системы; число генов, активных в мозге млекопитающих, значительно превосходит количество генов, экспрессируемых в клетках всех других органов и тканей.

**Клеточный.** Этот уровень исследований предполагает изучение механизмов объединения молекул для обеспечения специфических свойств нейрона. Как много типов нейронов, какие функции они выполняют, как нейроны взаимодействуют, как они находят друг друга во время развития, как выполняют важные для функции нервной системы «вычисления»?

**Системный.** Совокупности нейронов формируют сложные контуры, которые выполняют общие функции: например, сенсорную или двигательную. Следовательно, можно говорить о «сенсорной системе» или «двигательной системе», каждая из которых имеет свой собственный нервный контур внутри головного мозга. Как разные нервные контуры анализируют сенсорную информацию, формируют восприятия внешнего мира, принимают решения, выработывают программу действий и реализуют ее?

**Поведенческий.** Исследования принципов работы нервной системы для выполнения интегрированного поведения. Например, за

разные формы памяти отвечают разные части нервной системы. Каков вклад мозговых структур в регуляцию настроения и поведения? Какие нервные структуры отвечают за гендерспецифическое поведение? Каковы механизмы формирования сновидений?

**Когнитивный.** Вероятно, самой большой проблемой исследования головного мозга является понимание нервных механизмов, ответственных за высшие мозговые функции, такие как самосознание, воображение и язык. Исследования этого уровня помогают понять, как активность мозга создает разум.

При исследовании функций головного мозга используются методические возможности разных направлений нейронауки.

**Вычислительные методы** используют математические и компьютерные подходы для моделирования функций головного мозга, создание искусственных моделей и электронных автоматических устройств, имитирующих работу мозга и функции памяти, искусственные протезы и прочее.

**Нейроанатомия** исследует структуры головного мозга.

**Нейрохимия** исследует химические процессы в головном мозге.

**Нейрофармакология** исследует действие лекарственных средств на разные функциональные элементы головного мозга.

**Нейрофизиология** использует методы регистрации электрической активности головного мозга; иссечение и искусственное раздражение различных элементов нервной системы, в том числе с помощью вживленных электродов, отведение от них биоэлектрических потенциалов и др. В хронических условиях изучаются сложные формы поведения с помощью методов условных рефлексов в сочетании с раздражением мозговых структур и регистрацией биоэлектрической активности через вживленные электроды. Внедрение в клиническую практику множественных долгосрочно вживленных электродов, а также микроэлектродной техники с целью диагностики и лечения позволило расширить исследования нейрофизиологических механизмов психической деятельности человека. Регистрация локальных изменений биоэлектрических и обменных процессов в динамике создала реальную возможность выяснения структурной и функциональной организации мозга. При помощи различных модификаций классической методики условных рефлексов, а также современных электрофизиологических методов достигнуты успехи в изучении высшей нервной деятельности. Для точного определения положения различных структур головного мозга и для введения в них различных микропредметов (электроды, термодары, пипетки и др.) широкое применение как в электрофизиологических исследованиях, так и в

нейрохирургической клинике нашел **стереотаксический метод**. Его использование основано на результатах детальных анатомических исследований расположения различных структур головного мозга относительно костных ориентиров черепа. По данным таких исследований созданы специальные стереотаксические атласы как для различных видов животных, так и для человека.

**Психофизиология** изучает биологические основы поведения.

**Психофизика** проводит количественное изучение способностей восприятия.

В этом разделе пособия мы подробнее остановимся на современных методах исследования головного мозга, позволяющих осуществить оценку электрической, магнитной, метаболической и других видов активности высших отделов мозга, и главным образом коры больших полушарий (табл. 8.1).

**Таблица 8.1.** Основные современные методы исследования головного мозга

| Название метода                                       | Возможности метода                                    |
|---|---|
| Электроэнцефалография                                 | Регистрация электрической активности                  |
| Магнитоэнцефалография                                 |   |
| Регистрация вызванных потенциалов                     | Оценка структуры                                      |
| Компьютерная томография                               |   |
| Магнитно-резонансная томография (МРТ)                 | Оценка уровня метаболизма, активности нервных центров |
| Позитронно-эмиссионная томография                     |   |
| Функциональная МРТ                                    |   |
| Тренинг с использованием биологической обратной связи | Саморегуляция функций и функциональных состояний      |

## Электроэнцефалография

(см. рабочую тетр.: занятие 9, работа 1)

Электроэнцефалография (ЭЭГ) — метод исследования головного мозга, основанный на регистрации его биоэлектрической активности через неповрежденные покровные ткани головы. Метод электроэнцефалографии в настоящее время применяется в научных исследованиях (нейрофизиология) и клинической медицине (неврология и психиатрия). Первая запись ЭЭГ человека получена немецким психиатром Гансом Бергером в 1928 году.

## Методика регистрации ЭЭГ

При регистрации ЭЭГ биоэлектрические потенциалы отводят с кожной поверхности головы с помощью контактных металлических пластинок — электродов. Пара таких электродов, соединенная с измерительным прибором, называется отведением. Электрические потенциалы, регистрируемые с поверхности головы, имеют относительно небольшую амплитуду, в связи с чем для регистрации ЭЭГ используют усилители с большим коэффициентом усиления.

Различают два основных типа отведений: монополярное и биполярное. При монополярном отведении один из двух электродов, называемый активным, располагается непосредственно над интересующей исследователя корковой областью, а второй, или референтный электрод — на участке тела, электрический потенциал которого практически не меняется. В таком случае регистрируемая между электродами разность потенциалов практически полностью определяется активностью изучаемой корковой области, поскольку схема усиления ЭЭГ «не пропускает» постоянные потенциалы. Референтные электроды чаще всего устанавливают на мочки ушей слева и справа (A1, A2), реже — в области сосцевидного отростка височной кости (M1, M2), на кончик носа или на подбородок. В случае биполярного отведения оба регистрирующих электрода располагаются над исследуемыми участками коры головного мозга. При достаточной плотности расположения электродов на голове (в клинической практике межэлектродное расстояние обычно составляет 2,5–3,5 см) комбинация биполярных отведений является наиболее эффективным способом локализации поверхностных очаговых поражений.

При изучении активности какой-либо локальной области следует пользоваться монополярным способом отведения или отведением с усредненным референтным электродом. При изучении активности обширных областей коры, а также в случае локальной диагностики поверхностных очагов предпочтительнее пользоваться комбинацией биполярных отведений.

Электроды для регистрации устанавливают согласно международной системе отведений ЭЭГ «10–20» (Джаспер, 1957) (рис. 8.1). В этой системе для точного определения расположения электродов выбраны точки отсчета, расположенные на сагиттальной линии: переносица (N — nasion) и затылочный бугор (I — inion). Расстояние по сагиттальной линии от inion до nasion принимают за 100%. Точки отведения биопотенциалов на этой схеме

обозначают в соответствии с названиями тех областей мозга, от которых проецируется сигнал: F (frontalis) – лобная, C (centralis) – центральная, P (parietalis) – теменная, O (occipitalis) – затылочная и T (temporalis) – височная. Правые отведения обозначаются четными цифрами, левые – нечетными, по срединной линии черепа – буквой z. Для фиксации электродов в нужном положении используют специальные шлемы или шапочки.

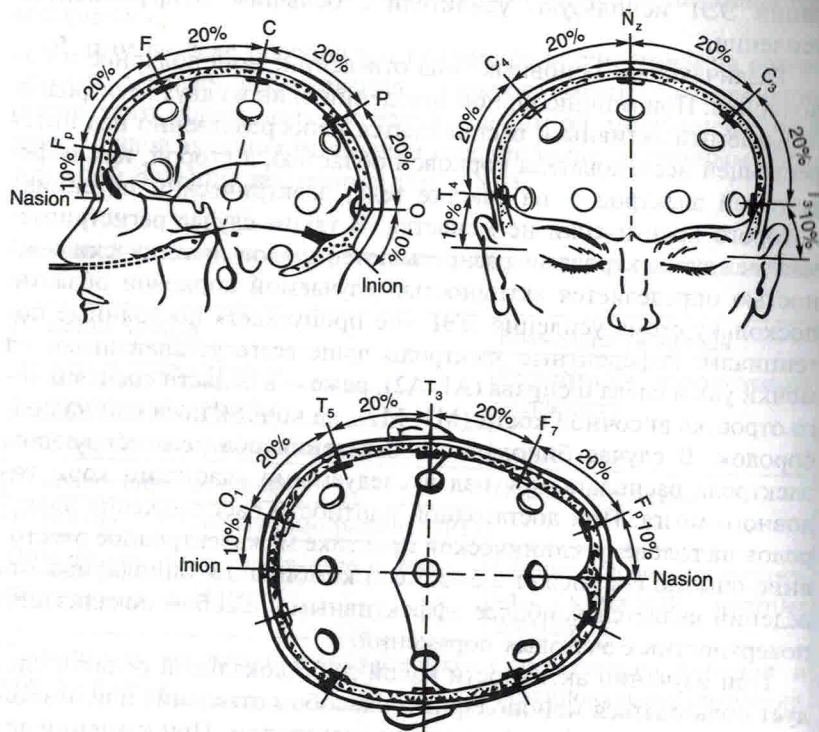


Рисунок 8.1. Схема международной системы отведений ЭЭГ «10–20». Объяснения см. в тексте.

### Физиологическая природа ЭЭГ

Основной источник ЭЭГ – электрические токи корковых нейронов, связанные с возникновением электрических диполей между локальными участками деполяризации и гиперполяризации на мембране нейрона (рис. 8.2). Наибольший вклад в ЭЭГ вносят вертикально ориентированные по отношению к поверхности черепа пирамидные нейроны коры, при их синхронной активации.

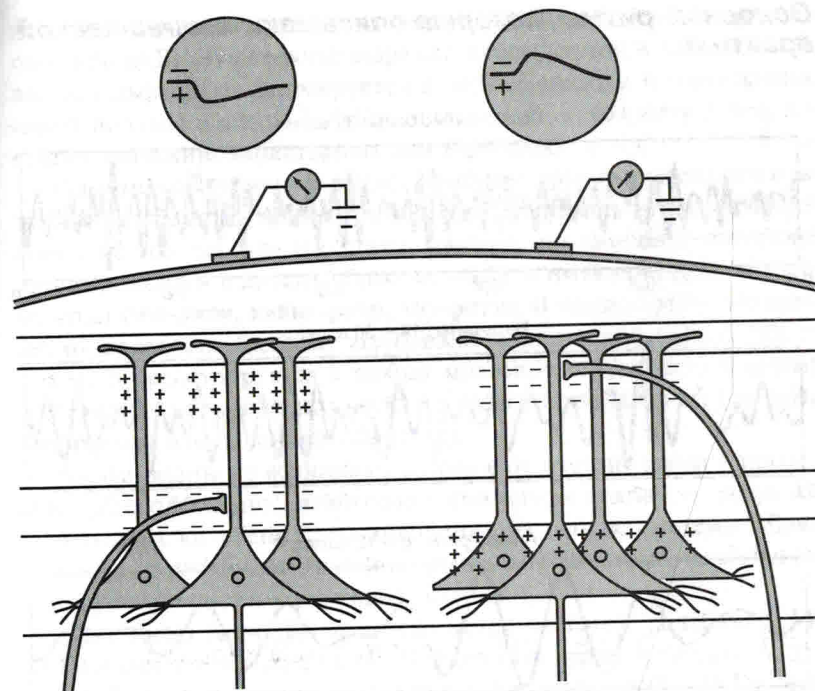


Рисунок 8.2. Схема формирования потенциалов, связанных с активностью нейронов.

Регистрируемые на электроэнцефалограмме колебания электрической активности называются мозговыми волнами. В настоящее время принято считать, что волны скальповой ЭЭГ отражают колебания суммарной электрической активности больших популяций корковых нейронов с частотой, определяемой или модулируемой подкорковыми структурами, наиболее значимой из которых является таламус. У здоровых людей амплитуда ЭЭГ-волн составляет от 10 до 100 мкВ, а частота меняется в диапазоне от 1 колебания за несколько секунд до 50 и более колебаний в секунду.

Совокупность нескольких волн одной частоты называют ритмом. Ритмы характеризуются частотой, локализацией, морфологией, реактивностью. Волны могут быть одной и той же частоты, но различаться по другим параметрам и иметь различный физиологический смысл.