

Так получают проекцию на фронтальную плоскость. Для получения проекций на другие плоскости используют другие электроды, в частности электрод, накладываемый на спину около угла левой лопатки. Различные положения установки электродов позволяют получить ВЭКГ на различных плоскостях.

§ 18. Метод исследования электрической активности головного мозга – электроэнцефалография

Регистрация и анализ временных зависимостей разностей потенциалов, созданных мозгом на поверхности головы, используется для диагностики различных видов патологии нервной системы: травм, эпилепсии, психических расстройств, нарушений сна. Электроэнцефалография применяется медицине для определения области опухоли мозга, для оценки функционального состояния мозга до и после введения лекарственного препарата.

Регистрируемые разности потенциалов в 100 раз слабее, чем в ЭКГ: 0,1 – 5 мВ в ЭКГ; 0,001 – 0,05 мВ в ЭЭГ. Поэтому у усилителей биопотенциалов ЭЭГ должны быть достаточно большие коэффициенты усиления: 10^3 – 10^4 – в ЭКГ; 10^5 – 10^6 – в ЭЭГ.

Электроэнцефалограмма – это график изменения разности потенциалов между различными участками (точками съема) поверхности головы человека во времени. Количество точек съема может существенно меняться (от 2 до нескольких десятков) в зависимости от целей исследования.

Пример регистрации и вид ЭЭГ представлен на рис. 5.8.

ЭЭГ отражает интегральную активность огромного числа нейронов коры головного мозга и распространение волн возбуждения в нейронных сетях.

Электроэнцефалограмма имеет вид сложных регулярных колебаний с различными частотами и амплитудой. Для исследования электрической активности мозга при различных функциональных состояниях обычно рассматриваются спектральные составляющие (простые синусоидальные колебания различных частот и амплитуд, на которые, согласно теореме Фурье, можно разложить сложное колебание – электроэнцефалограмму). У взрослого бодрствующего человека доминирует α -ритм – колебания с частотой 8 – 13 Гц. Кроме того, при исследовании электрической активности головного мозга наблюдается β -ритм с частотой 14 – 35 Гц, γ -ритм – 35 – 70 Гц. Выделяют еще δ -ритм – 0,5 – 3 Гц, θ -ритм – 4 – 7 Гц и др. По виду электроэнцефалограмм, по появлению или исчезновению определенных ритмов можно судить о характере и степени сдвигов функционального

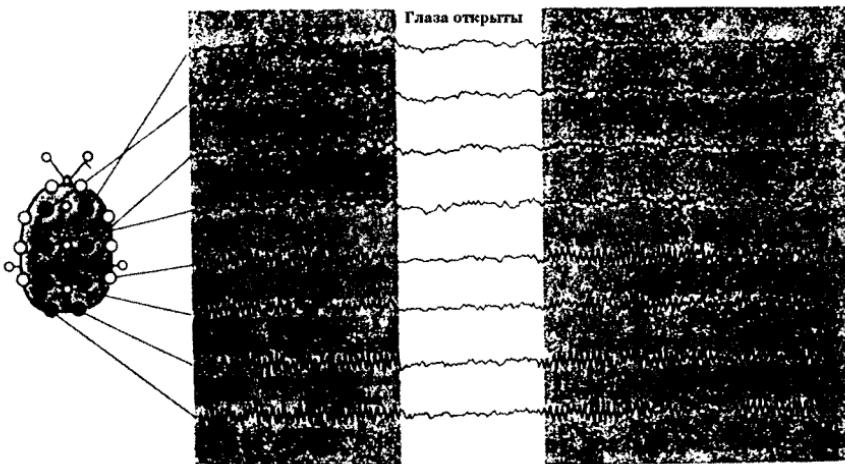


Рис. 5.8. Пример регистрации ЭЭГ с 8 электродов.

состояния нервных структур головного мозга, о динамике изменений, обнаруживать область коры головного мозга, где эти изменения наиболее выражены. Так, при переходе от бодрствования ко сну α и β -ритмы замещаются существенно более медленными (δ и θ -ритмами). Существенно меняется спектральный состав ЭЭГ при наркозе различной глубины, физической нагрузке. В неврологической клинике анализ спектрального состава электрической активности мозга широко используется для оценки патологических состояний. Основные ритмы ЭЭГ отсутствуют или меньше проявляются при тяжелых формах эпилепсии, опухолях коры больших полушарий и др.

В настоящее время для моделирования электрической активности коры головного мозга в качестве эквивалентного генератора выбирают системы, состоящие из большого количества точковых диполей. Причем учитываются некоторые виды взаимодействия диполей между собой и геометрия их расположения. Однако эти модели воспроизводят лишь небольшую часть процесса генеза ЭЭГ и требуют дальнейшего усовершенствования.

Анализ реализаций ЭЭГ представляет собой сложную задачу. Для сжатия информации и представления ее в удобном для понимания виде строят частотные спектры сигналов ЭЭГ на некотором информативном интервале. После этого частотные спектры можно развернуть во времени и получить временной "ландшафт".

В настоящее время, используя компьютерную технику, электрическую активность мозга анализируют с помощью картирова-

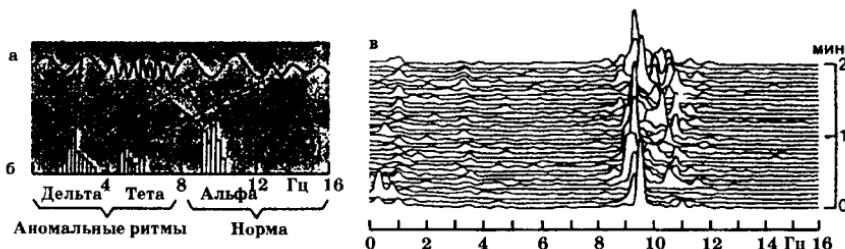


Рис. 5.9. Автоматизированный анализ ЭЭГ. а) четырехсекундные реализации ЭЭГ, б) частотный Фурье-анализ этих реализаций; в) временной ландшафт ЭЭГ-изменения α -ритма во времени

ния поверхности головы. Метод построения карт электрической активности мозга описан ниже в § 51, на форзаце и на табл. III.

Контрольные вопросы, задачи, задания

1. В чем состоит принцип эквивалентного генератора? Приведите примеры использования этого принципа.
2. Почему именно обратная задача электрографии является задачей диагностики, а не прямая?
3. Каков механизм образования карты электрических потенциалов на поверхности тела человека?
4. Карта электрических потенциалов на поверхности грудной клетки постоянна или ее вид может меняться с течением времени? Почему?
5. По рис. 5.6 определите, какова максимальная разность потенциалов на поверхности грудной клетки в момент регистрации? Между какими точками она возникла?
6. Почему необходимо регистрировать минимум 3 отведения ЭКГ, а не, например, одно?

Типовые тесты текущего контроля

- 5.1. При моделировании ЭКГ полагают, что окружающая диполи среда

- | | |
|---------------|-----------------|
| а. однородна | а'. неоднородна |
| б. изотропна | б'. анизотропна |
| в. ограничена | в'. бесконечна |

1. абв
2. а'б'в'
3. аб'в
4. абв'

5.2. Что является причиной изменений величины и направления интегрального электрического вектора сердца за цикл его работы?

1. сокращение желудочков сердца
2. последовательный охват волной возбуждения различных структур сердца
3. метаболическая активность кардиомиоцитов
4. замедление скорости проведения волны в атриовентрикулярном узле

5.3. Почему амплитуды одних и тех же зубцов ЭКГ в один и тот же момент времени в различных отведениях не одинаковы?

1. для разных отведений различна величина интегрального электрического вектора \vec{E}
2. в различных отведениях поворот вектора \vec{E} различен
3. проекции вектора \vec{E} на различные отведения не одинаковы
4. для каждого отведения существует свой вектор \vec{E}

5.4. Интегральный электрический вектор сердца \vec{E} описывает петли P, QRS, T:

- 1.в горизонтальной плоскости
- 2.в плоскости поверхности грудной клетки
- 3.в объемном пространстве XYZ
- 4.в плоскости, соединяющей точки правой, левой руки и левой ноги

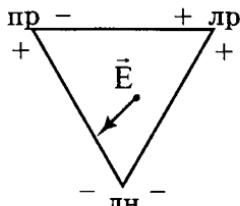
5.5 Регистрируемые разности потенциалов

при ЭКГ: при ЭЭГ:

- | | |
|---------------|-------------------|
| а. 0,1 – 5 мВ | г. 0,01 – 0,05 мВ |
| б. 1 – 200 мВ | д. 10^{-5} мВ |
| в. 1 – 10 мВ | е. 1 В |

1. аг 2. бе 3. вг 4. дв

5.6. Разности потенциалов $\Delta\phi$ в I, II и III отведениях для представленного случая:



- | | | |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------|
| а. $\Delta\phi_I > 0$ | г. $\Delta\phi_{II} > 0$ | и. $\Delta\phi_{III} > 0$ |
| б. $\Delta\phi_I < 0$ | д. $\Delta\phi_{II} < 0$ | к. $\Delta\phi_{III} < 0$ |
| в. $\Delta\phi_I < 0$ | е. $\Delta\phi_{II} < 0$ | л. $\Delta\phi_{III} < 0$ |

1. адл 2. бек 3. вги