**Лабораторная работа 4**

**Электрофизиология миокарда и анализ ЭКГ**

Цель работы: изучить электрофизиологию клеток рабочего миокарда, освоить методику оценки зубцов и интервалов ЭКГ, научиться определять характер ритма и электрическую систолу сердца.

Теоретическая часть

В клетках рабочего миокарда сокращение инициируется деполяризацией клеточной мембраны. Возникновение мембранного потенциала обусловливает разностью ионов в цитоплазме клетки и интерстициальной жидкости. Основные образующие потенциал ионы (К+, Na+, Ca2+, Cl-). Диффузия этих ионов сквозь мембрану происходит через ионные каналы, покрывающие мембрану клетки, отличаются ионоселективными свойствами в отношение К+, Na+, Ca2+. Ионные каналы могут находиться в открытом – активированном и закрытом – инактивированном состоянии. Проницаемость мембраны для отдельных ионов зависит от количества каналов для данного иона и его состояния.

В состоянии покоя в момент диастолы концентрация ионов К+ во внутриклеточной среде составляет 145 ммоль, во внеклеточной среде 4 ммоль, что создает равновесный потенциал покоя для К+ –90 мВ. Соотношение ионов Na+ в диастолу во внеклеточной среде 140 ммоль, во внутриклеточной среде 5 ммоль, что создает равновесный потенциал покоя для Na+ в +60 мВ. Какую величину будет состав­лять потенциал равновесия в тот или иной момент, зависит от относительной про­ницаемости мембраны для ионов Na+ и К+ (РNa/K):

- если мембрана более проницаема для К+, чем для Na+ величина мембранного потенциала будет ближе к цифре -90 мВ

- если проницаемость для Na+ выше, чем для К+, мемб­ранный потенциал будет ближе к величине +60 мВ

В состоянии покоя у большинства клеток миокарда величина мембран­ного потенциала близка к потенциалу равновесия К+. Относительная проницаемость для ионов Na+ и К+ в покое составляет 4 : 100 (0,04). Она изменяется по мере изменения состояния мембраны в момент возбуждения. В результате активности атипичных клеток-пейсмекеров происходит возбуждение клеток рабочего миокарда, которое распространяется по волокнам сердечной мышцы.

Величина возникающего при этом потенциала колеблется в пределах 120 мВ, а длительность пика составляет в клетках предсердия около 100 мс, а в клетках желудочков 300-400 мс.

Практическая часть

*Задание 1*. В таблице 1 представлены средние значения концентраций ионов и коэффициенты относительной проницаемости *К+*и *Na+*, для состояния покоя и возбуждения. Используя значения, приведенные в таблице 1, рассчитайте потенциал мембраны клетки рабочего миокарда для разной проницаемости ионных каналов. Используя рассчитанные значения мембранного потенциала, в рабочей тетради постойте график кривой деполяризации.

Таблица 1 – Соотношение потенциал образующих ионов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Время, мс | Проницаемость  P(Na/K), отн.ед. | Концентрация ионов, ммоль/л | | | |
| *Ki* | *Nai* | *Ko* | *Nao* |
| 0 | 0,04 | 145 | 5,0 | 0,5 | 140 |
| 15 | 0,05 | 140 | 5,5 | 9,0 | 135 |
| 20 | 0,75 | 45 | 24 | 104 | 40 |
| 30 | 1,10 | 15 | 30 | 134 | 10 |
| 50 | 0,95 | 30 | 27 | 119 | 25 |
| 290 | 0,75 | 50 | 23 | 99 | 45 |
| 295 | 0,70 | 55 | 22 | 94 | 50 |
| 300 | 0,30 | 95 | 14 | 54 | 90 |
| 330 | 0,10 | 115 | 9,0 | 33 | 110 |
| 360 | 0,05 | 140 | 5,5 | 9,0 | 135 |
| 400 | 0,04 | 145 | 5,0 | 0,5 | 140 |

Отметьте на кривой деполяризации отрезки соответствующие фазам, укажите периоды абсолютной и относительной рефрактерности. Объясните причины этих периодов.

*Задание 2*. Длительность сердечного цикла можно определить по интервалу между зубцами *R*. По результатам ЭКГ определите среднее значение интервала *R-R* и среднюю величину амплитуды, измерив в I-III отведениях расстояние между зубцами и высоту зубца *R*. Значения запишите в рабочей тетради, оформив их в таблицу. Вычислите среднее линейное отклонение расстояния между зубцами *R* и его относительную величину (в %). В рабочей тетради оформите необходимые расчеты и сделайте вывод для предложенной электрокардиограммы.

*Задание* *3.* Определите частоту сердечных сокращений для значений интервалов *R-R* по данным электрокардиограммы. Определите состояние ритма сердца: нормальный синусовый, [синусовая тахикардия](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D1%83%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%B0%D1%85%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B4%D0%B8%D1%8F), или [синусовая брадикардия](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D1%83%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B4%D0%B8%D1%8F). Используя значения длительности интервалов *R-R*, рассчитайте среднее значение кардиоинтервалов, вариационный размах и стандартное отклонение, сравните полученные результаты с возрастной нормой и сделайте вывод.

*Задание 4.* Интервал *QT* отражает сумму процессов деполяризации и последующей реполяризации миокарда желудочков. Интервал *QT* или электрическая систола сердца, зависит от частоты сердечных сокращений. Должные величины интервала *QT* лежат в диапазоне 320 – 430 мс для мужчин и 320 – 450 мс для женщин. Оценить должную электрическую систолу можно по формуле Базетта:

*QT = К · √ RR* (1)

где *К* – коэффициент, равный 0,37 для мужчин и 0,40 – для женщин; *RR* – расстояние между зубцами ЭКГ, в секундах.

Используя данные ЭКГ-анализа определите среднее интервала *QT* и соотнесите получившийся результат с должной величиной интервала *QT*, сравнив границы доверительных интервалов (для расчета ДИ используйте таблицу 1 приложения).

*Задание 5.* Оцените зависимость между частотой сердечных сокращений и электрической систолой сердца (величиной интервала *QT*). Постройте график зависимости величины интервала *QT* от ЧСС, проанализируйте полученный результат и сделайте вывод.

**Контрольные вопросы:** Что такое потенциал действия кардиомиоцита? Какое соотношение ионов имеют клетки миокарда в состоянии диастолы? Какие изменения происходят в результате изменения проницаемости клеточной мембраны? Что характерно для кривой потенциала действия сердечных миоцитов? Что такое периоды абсолютной и относительной рефрактерности? Какое значение они имеют? Расскажите о значении зубца R. Что такое аритмия? Какие виды аритмии вы знаете? Что такое дыхательная аритмия? Какое значение имеет интервал *QT*? Как этот показатель связан с частотой сердечных сокращений?