

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРДЦА СОБАКИ НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ЖЕЛУДОЧКОВ

М. А. Яркова, М. И. Гурьянов
Филиал ТюмГНГУ в г. Тобольске

Фибрилляция желудочков (ФЖ) является основной причиной внезапной сердечной смерти. В странах Западной Европы ФЖ является причиной внезапной сердечной смерти у 700 тыс. человек в год, в США – у 300–400 тыс., в России – 450–600 тыс. Расчетное число случаев внезапной сердечной смерти во всем мире составляет около 3 млн ежегодно. Лечение и прогноз при ФЖ зависят от стадии ФЖ. Но в известных в литературе классификациях не дана точная количественная характеристика начальных стадий ФЖ.

Спектральный анализ электрокардиограммы (ЭКГ) методом быстрого преобразования Фурье позволяет объективно (количественно) определять частотно-амплитудный состав ЭКГ при ФЖ. Но при спектральном анализе ФЖ получен разнородный фактический материал, который невозможно обобщить в единую картину ФЖ. Поэтому является актуальным изучение закономерностей электрической активности сердца на начальной стадии ФЖ методом быстрого преобразования Фурье. Это может позволить разрабатывать эффективные методы диагностики и восстановления работы сердца при ФЖ.

Цель работы – выявление закономерностей электрической активности сердца собаки на начальной стадии ФЖ. Задачи: 1) изучить структуру частот осцилляций на начальной стадии ФЖ; 2) изучить динамику структуры частот осцилляций на начальной стадии ФЖ; 3) изучить амплитуду осцилляций разных частот на начальной стадии ФЖ.

Впервые выявлены закономерности электрической активности сердца на начальной стадии ФЖ. Впервые проведен частотно-амплитудный анализ ФЖ в пяти диапазонах частот: очень низкие частоты (1–3 Гц), низкие частоты (4–7 Гц), средние частоты (8–12 Гц), высокие частоты (13–17 Гц), очень

высокие частоты (18–40 Гц). Впервые показано, что ФЖ характеризуется закономерной динамикой частотной структуры: доминирование осцилляций высоких частот – доминирование осцилляций средних частот – доминирование осцилляций низких частот. Впервые показано, что динамика частотной структуры существенно отличается от динамики суммарной амплитуды осцилляций на начальной стадии ФЖ.

Разработан посекундный частотно-амплитудный анализ ЭКГ в пяти диапазонах частот, позволяющий объективно определять стадии ФЖ с доминантной частотной структурой. Частотно-амплитудный анализ ЭКГ в пяти диапазонах частот может быть использован в алгоритмах машинной диагностики стадий ФЖ с доминантной частотной структурой. Частотная структура осцилляций может использоваться для определения длительности ФЖ. Результаты работы могут найти практическое применение в области физиологии, патофизиологии, кардиологии, реаниматологии.

В 10 опытах на собаках проведен посекундный частотно-амплитудный анализ ЭКГ методом быстрого преобразования Фурье в первые 80 секунд ФЖ в 5-ти диапазонах частот: очень низкие частоты (1–3 Гц), низкие частоты (4–7 Гц), средние частоты (8–12 Гц), высокие частоты (13–17 Гц) и очень высокие частоты (18–40 Гц). Статистическая обработка: определение средней и ошибки средней, сравнение по критерию Манна-Уитни, корреляционный анализ по Спирмену. Различия считали достоверными при 95 %-ном уровне значимости ($p < 0,05$).

На 5–20-й секундах ФЖ в структуре частот осцилляций доминируют осцилляции высоких частот, на 26–30-й секундах доминируют осцилляции средних частот, на 76–80-й секундах доминируют осцилляции низких частот (рис. 1).

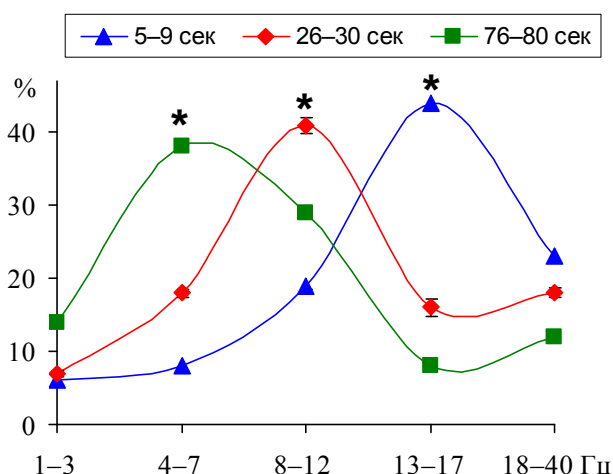


Рис. 1. Удельный вес осцилляций частотой 1–3, 4–7, 8–12, 13–17 и 18–40 Гц на 5–80-й секундах ФЖ ($n=50$).

По оси абсцисс – частота, Гц; по оси ординат – удельный вес, %.

*Различие с другими частотами ($p < 0,01$)

Динамика структуры частот осцилляций значительно отличается от динамики суммарной амплитуды осцилляций (рис. 2).

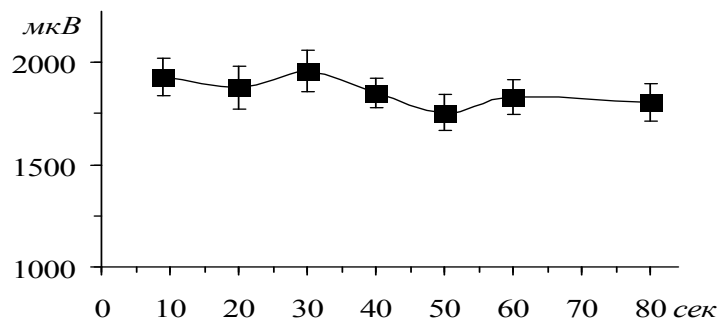


Рис. 2. Суммарная амплитуда осцилляций частотой 1–40 Гц на 5–80-й секундах ФЖ (n=50). По оси абсцисс – интервал, сек; по оси ординат – амплитуда, мкВ. Достоверность различий ($p > 0,05$)

Суммарная амплитуда осцилляций практически не изменялась на 5–80-й секундах ФЖ (см. рис. 2).

Выводы: 1. Начальная стадия ФЖ сердца собаки (первые 80 секунд ФЖ) характеризуется доминантной структурой частот осцилляций. 2. Начальная стадия ФЖ характеризуется значительной динамикой структуры частот осцилляций с переходом от доминирования осцилляций высоких частот к доминированию осцилляций средних, а затем и низких частот. 3. Динамика структуры частот осцилляций на начальной стадии ФЖ значительно отличается от динамики суммарной амплитуды осцилляций, которая достоверно не изменяется в первые 80 секунд ФЖ.

Практические рекомендации: 1. Для определения стадий ФЖ с доминантной частотной структурой следует проводить посекундный частотно-амплитудный анализ ЭКГ в пяти диапазонах частот: очень низкие частоты (1–3 Гц), низкие частоты (4–7 Гц), средние частоты (8–12 Гц), высокие частоты (13–17 Гц) и очень высокие частоты (18–40 Гц). 2. Посекундный частотно-амплитудный анализ ЭКГ в пяти диапазонах частот следует использовать в алгоритмах машинной диагностики, что позволит объективно и оперативно, в автоматическом режиме, определять стадии ФЖ с доминантной частотной структурой. 3. Частотную структуру осцилляций следует использовать для определения длительности ФЖ. Доминирование осцилляций высоких частот (или осцилляций средних частот) характеризует первые 10–40 секунд ФЖ.

Литература

1. Базаев Н. А., Тельшев Д. В. Комплексный алгоритм автоматического определения фибрилляции // Мед. техника. – 2009. – № 2. – С. 222–25.
2. Востриков В. А. Электрическая дефибрилляция при внезапной остановке сердца на догоспитальном этапе // Общая реаниматол. – 2005. – Т. 1. – № 3. – С. 41–45.
3. Табак В. Я., Черныш А. М., Немирко А. П., Манило Л. А. Динамика спектральных характеристик ЭКГ при развитии фибрилляции желудочков сердца // Анестезиол. реаниматол. – 1980. – № 1. – С. 71–74.
4. Massé S., Downar E., Chauhan V. et al. Ventricular fibrillation in myopathic human hearts: mechanistic insights from in vivo global endocardial and epicardial mapping // Am. J. Physiol. – 2007. – Vol. 292. – P. H2589–H2597.
5. Nash M.P., Mourad A., Clayton R.H. et al. Evidence for multiple mechanisms in human ventricular fibrillation // Circulation. – 2006. – Vol. 114. – P. 536–542.