

Исследование характеристик электродов для оценки точности записи длительных электрокардиосигналов при непрерывном контроле

Е.А. Алтай, А.С. Кремлев, О.М. Нуралинов, С. М. Власов, К.А. Зименко, А.А. Маргун

(Санкт-Петербургский Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург)

О.М. Нуралинов

(Национальный научный кардиохирургический центр, г. Астана)

Научный руководитель – к.т.н, доцент, А.С. Кремлев

(Санкт-Петербургский Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург)

Введение. На сегодняшний день анализ точностных характеристик измерительных электрокардиосигналов (ЭКС) является актуальной задачей в области обработки информации. Под точностными характеристиками подразумевается вариабельная морфология электрокардиосигналов, таких как волны (зубцы) P, Q, R, S, T и комплекс QRS (комбинация зубцов Q, R, S). Анализ этих характеристик позволяет оценить функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) человека. Недостоверная запись сигнала на практике может интерпретироваться как ошибка процедур первичной (фильтрация) и вторичной обработки кардиографической информации, что может привести к принятию неверных диагностических решений. Например, во время непрерывного контроля ССС при съеме ЭКС на тракте регистрации возникают аддитивные помехи физиологического и электрического происхождения. Достоверность съема ЭКС на фоне аддитивной помехи, как правило, зависит от качества и количество используемых электродов. Анализ и исследования характеристик различных электродов для оценки точности записи длительных ЭКС является весьма важной задачей. Отметим, что особенностью использования электродов при непрерывном контроле записи ЭКС в отличие от кратковременного является однократность его использования. Непрерывный контроль позволяет идентифицировать ряд значимых электрокардиографических характеристик, необнаружимых при кратковременном контроле ССС.

Цель работы. Целью настоящей работы является исследование характеристик ЭКГ электродов для оценки точности записи длительных электрокардиосигналов.

Базовые положения исследования. Исследования характеристик электродов для оценки точности записи длительных ЭКС осуществляется в три этапа. **Этап 1.** Количественная оценка характеристик контактного токопроводящего вещества (КТВ) электродов на время его высыхаемости при «отлипании». В качестве этих характеристик выступали значения сопротивления, удельного сопротивления и удельной электропроводности, каждое из которых оценивалось трижды с периодом 10 минут. **Этап 2.** Длительное исследование (12 и 24 часов) характеристик КТВ электродов на предмет изменения исследуемых характеристик. **Этап 3.** Оценка точности записи длительных ЭКС, полученных на исследуемых электродах, методом вычисления вероятностей правильного и ложного обнаружения кардиографической информации.

Промежуточные результаты. **Этап 1.** С помощью прямого метода измерения получены значения сопротивлений КТВ, затем косвенными методами вычислены значения удельного сопротивления и удельной электропроводности КТВ. Время между

измерениями для каждого из электродов составило 10 минут. В результате экспериментов получены практические численные значения, которые позволяют выдвинуть предположения о выборе КТВ электрода в сторону более влажных. **Этап 2.** Анализ значений сопротивления, удельного сопротивления и электропроводности КТВ электродов при длительных исследованиях на поверхности кожи человека в течение 12 и 24 часов показали более значимое различие в сравнении с предыдущими измерениями. Этот факт объясняется тем, что при более «влажном» КТВ электродов, площадь его начинает выходить за установленную площадь измерительной ячейки, снижая при этом его характеристики. Статистический контроль точности эксперимента показал, что измеренные значения находятся внутри доверительной вероятности при $P=95\%$ при уровне значимости $p=0.05$. **Этап 3.** Исследование точности записи длительных ЭКС различными характеристиками электродов КТВ осуществлялось на натурном экспериментальном уровне. Для более адекватной и достоверной оценки точности записи зарегистрированы 48 длительных ЭКС на 12 отведениях с помощью Холтер монитора «ИНКАРТ». Каждая запись состояла из 81 кардиоцикла. В дальнейшем эти 48 записей ЭКС вручную сегментированы на «верные» и «неверные» с аритмологом. Далее была вычислена вероятность правильной и ложной записи длительных ЭКС. На промежуточном этапе исследований полученные результаты показали, что вероятность «верно» записанных участков ЭКС при длительной регистрации в среднем составляет $P=95\%$ для электродов с «твердым» КТВ. Для электродов с «влажным» КТВ вероятность «верно» записанных длительных ЭКС в среднем составила $P=78\%$ из всех записанных 81 кардиоциклов.

Основной результат. Установлено, что при непрерывном контроле применяемые электроды, имеющие различные характеристики КТВ по-разному влияют на точность записи длительных ЭКС. Этот факт объясняется тем, что чем «тверже» КТВ тем выше вероятность достоверной записи переменных зубцов и комплексов ЭКС. Высокие значения сопротивления КТВ приводят к снижению удельной электропроводности и, тем самым, повышают вероятность недостоверной записи переменных компонент ЭКС. Вместе с этим КТВ «влажных» электродов при непрерывном контроле деформируются, и выходит за установленную площадь, тем самым уменьшая их значимых характеристик для достоверной записи ЭКС.