

ЕМКОСТНЫЕ ДАТЧИКИ ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОЙ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

Полторанина О.А., Лежнина И.А., Уваров А.А.

Томский политехнический университет

Oap1@tpu.ru

Введение

Электрокардиография – регистрация электрических явлений, появляющихся в сердце при его возбуждении, имеющая большое значение в оценке состояния сердца. Электронные функциональные узлы кардиомониторов представляют собой совокупность аппаратных средств, предназначенных для преобразования, обработки и отображения информации.

В данном случае под информацией понимается электрокардиосигнал (ЭКС) и данные его обработки на всех этапах, а также управляющие и тестирующие сигналы.

Описание устройства

Все устройства съема медицинской информации подразделяются на две группы: электроды и датчики (преобразователи).

Электроды используются для съема электрического сигнала, реально существующего в организме, а датчик – устройство съема, реагирующее своим чувствительным элементом на воздействие измеряемой величины, а также осуществляющее преобразование этого воздействия в форму, удобную для последующей обработки. Электроды для съема биопотенциалов сердца принято называть электрокардиографическими (электроды ЭКГ). Они выполняют роль контакта с поверхностью тела и таким образом замыкают электрическую цепь между генератором биопотенциалов и устройством измерения.

Электроды, применяемые для снятия биоэлектрических потенциалов тела, могут иметь самые различные формы и размеры. Для снятия потенциалов ЭКГ, ЭЭГ или ЭМГ можно использовать любые электроды. Однако более крупные обычно применяют для снятия ЭКГ, так как при этом не так важна локализация измерений.

По сравнению с погружаемыми электродами введенные в практику примерно в 1917 г. пластинчатые электроды были значительным шагом вперед. Сначала эти электроды отделялись от кожи пациента хлопчатобумажной или фетровой прокладкой, пропитанной соевым раствором. Позднее такие пропитанные прокладки были заменены проводящими пастами, при этом металл контактировал с кожей. Пластинчатые электроды такого типа используются и сегодня, так же как и пропитанные соевым раствором марлевые прокладки.

Другим довольно старым типом электрода, который используется и в настоящее время,

является электрод на присоске (рис. 6), в котором с кожей действительно контактирует только кольцевой край. Используются электроды на присосках двух размеров; диаметр чашечки приблизительно 30 мм для обследования взрослых пациентов, 15 мм для обследования детей. Обычно электроды на присосках используются для грудных отведений при снятии ЭКГ.

Одним из неудобств при использовании пластинчатых электродов является возможность их сползания или смещения. Эта проблема возникает и при использовании электрода на присоске после его достаточно длительной эксплуатации. Были найдены несколько методов преодоления этих затруднений, например использование липкой ленты для закрепления электродов, придание поверхности электрода формы терки, зубцы которой проникают в кожу, уменьшая контактное сопротивление и снижая вероятность соскальзывания электрода.

Все описанные выше электроды имеют общий недостаток: они чувствительны к перемещению, одни в большей, другие в меньшей степени. Даже малейшее перемещение изменяет толщину тонкой пленки электролита между металлом и кожей, что приводит к изменению потенциала смещения и контактного сопротивления. Эти изменения проявляются как артефакты на записи ЭКГ или на экране монитора для наблюдения за пациентом; они являются источниками дрейфа нуля (опорной линии) или блужданий. Во многих случаях изменения потенциала настолько существенны, что они полностью блокируют биоэлектрические потенциалы, которые пытаются измерить с помощью электродов. Липкая лента и применение электродов в виде терки уменьшают эти артефакты, связанные с перемещением электродов, так как они ограничивают возможности смещения электродов и уменьшают переходное сопротивление, но ни одно из этих средств не может эффективно обеспечить нечувствительность измерений к движению.

Позднее некоторые изготовители предложили несколько моделей нового типа электрода – плавающего или электрода со столбом жидкости. В них артефакты, обусловленные перемещением электрода, практически полностью устраняются, так как здесь отсутствует прямой контакт между металлом и кожей. Единственным проводящим путем между металлом и кожей является слой пасты или желе, который образует электролитический мост. Плавающие электроды обычно прикрепляются к коже с помощью

двухстороннего клейкого хомутика (или кольца), который прилипает к пластиковой поверхности электрода и к коже.

Все кожные электроды, используемые для непрерывного наблюдения, необходимо периодически перемещать на смежные участки кожи пациента, так как электролитическая среда и липкий состав могут вызвать сильное раздражение кожи. В некоторых специализированных отделениях электроды перемещают и заменяют (если они одноразовые) каждые 8 ч, в других отделениях не реже одного раза за 24 ч, в зависимости от чувствительности кожи пациента.

Заключение

Медицинское сообщество проявило огромный интерес к датчикам бесконтактного типа, к которым, в частности, относятся емкостные датчики EPIC (Electric Potential Integrated Circuit), разработанные фирмой Plessey Semiconductors в связи с широкими возможностями измерения физиологических показателей на поверхности человеческого тела [1]. Датчик EPIC представляет собой совершенно новую область сенсорных технологий, он измеряет изменения в электрическом поле подобно тому, как магнитометр обнаруживает изменения в магнитном поле и не требует ни механического, ни резистивного контакта для проведения измерений. Эти датчики могут найти применение в таких областях, как электрокардиография (ЭКГ), электромиография (ЭМГ), электроэнцефалография (ЭЭГ) и электроокулография (ЭОГ). EPIC-датчик может быть использован, например, в качестве замены традиционной технологии «мокрого» (гелевого) электрода в кабеле пациента при снятии ЭКГ, потому что этот датчик не требует ни геля, ни других веществ, улучшающих качество контакта.

Для получения качественного ЭКГ-сигнала достаточно расположить EPIC-датчик на теле пациента или в непосредственной близости от него. Датчик позволяет решать широкий круг задач – от простого кардиомониторирования до более сложных клинико-диагностических исследований. В последнем случае он может быть использован в качестве замены регистрации в традиционных 12 отведениях, когда электроды расположены на конечностях и туловище пациента для получения более четкой картины того, как работает его сердце. Набор датчиков EPIC, установленный на груди человека, может заменить традиционные системы, при этом датчики демонстрируют аналогичную или даже лучшую разрешающую способность. Перспективными также являются датчики бесконтактного типа, основанные на других принципах работы: магниторезистивные [3], оптоэлектронные, радиолокационные и др.

Список использованных источников

1. Бекмачев А. Датчики Epic от Plessey Semiconductors – прорыв в сенсорных технологиях. // Компоненты и технологии. – 2013. – № 1. – С. 21–24.
2. Лях Ю.Е., Владимирский А.В. Введение в телемедицину. Серия «Очерки биологической и медицинской информатики». – Донецк: Лебедь, 1999. – 102 с.
3. Розенбаум А.Н., Никитин А.И., Супоня А.А. Средства оперативного контроля состояния обслуживающего персонала в человеко-машинных схемах ответственного назначения // Труды конференции «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения» (Москва, октябрь 2010 г.). – М.: 2010. – С. 001003–001009.