

Кадлубай Л.А., Комяк Я.В.

СОВРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОИМПЕДАНСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доц. Никоненко Н.А.

Кафедра медицинской и биологической физики

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

В последние годы значительное внимание уделяется исследованиям в области применения в медицине автоматизированных систем компьютерной диагностики, неинвазивных технологий мониторинга морфологического и функционального состояния биологических объектов в режиме реального времени. Весьма перспективными в связи с этим являются электроимпедансные методы, основанные на измерении электрических свойств биологических тканей.

В работе изучены физические принципы применения современных электроимпедансных технологий в медицине и тканевой инженерии (электроимпедансная спектроскопия, электроимпедансная кардиография, электроимпедансная томография), рассмотрены электрические свойства биологических тканей в зависимости от их состава и физиологического состояния, проанализированы схемы проведения измерений импеданса биологических тканей и параметры используемых при этом электрических сигналов.

Электроимпедансная спектроскопия основана на измерении частотной зависимости величины импеданса и используется для оценки жизнеспособности одиночных клеток и клеточных популяций, позволяет осуществлять мониторинг морфологического и функционального состояния клеточных структур с высоким временным разрешением. Технология импедансного зондирования клеточных структур находит широкое применение в тканевой инженерии, регенерационной медицине, в области изучения опухолевых тканей и др.

Электроимпедансная кардиография (кардиореография) основана на измерении величины изменения проводимости биологических тканей грудной клетки в течение сердечного цикла. Изменение импеданса обусловлено изменением объема и скорости тока крови в аорте во время систолы и диастолы. Анализ реограммы позволяет проводить оценку и осуществлять мониторинг в режиме реального времени важных гемодинамических параметров таких как систолический объем крови, сердечный выброс, скорость кровотока, периферическое сопротивление и др. Кардиореография является весьма перспективной технологией для диагностики гипертензии и различных заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Электроимпедансная томография является технологией визуализации распределения импеданса в поперечном сечении исследуемого биологического объекта. Метод весьма чувствителен к изменениям содержания воздуха и воды, что обуславливает его применение для визуализации грудной полости с целью непрерывного мониторинга вентиляции и перфузии легких, диагностики легочной эмболии и обнаружения раковых заболеваний в области грудной клетки. Весьма перспективным является метод электроимпедансной маммографии, который применяется для диагностики злокачественных новообразований молочной железы. Преимуществами электроимпедансной томографии является отсутствие лучевой нагрузки на организм, достаточно высокое временное разрешение, возможность мониторинга в режиме реального времени. Вместе с тем, по сравнению с другими медицинскими технологиями визуализации электроимпедансная томография обладает более низким пространственным разрешением и точностью.

Достоинствами применения электроимпедансных технологий в медицине является неинвазивность, высокая чувствительность и скорость отклика, возможность мониторинга в режиме реального времени, портативность, безопасность и экономическая эффективность.

Современные исследования в области применения электроимпедансных технологий направлены на повышение помехоустойчивости измерений импеданса, разработку алгоритмов восстановления изображений распределения импеданса в биологической ткани, обеспечивающих существенное улучшение пространственного разрешения.