

CRYO. Система для изучения биоимпедансных свойств биологической ткани и жидкости во время проведения криохирургических операций

Королюк Евгений Сергеевич

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Научный руководитель: Бразовский Константин Станиславович, доктор технических наук

E-mail: esk13@tpu.ru

Криохирургией называют метод использования сверхнизких температур, для разрушения и удаления нездоровых тканей с различными доброкачественными либо злокачественными образованиями. Метод широко распространен и используется во многих медицинских сферах, начиная от удаления бородавок, заканчивая проведением абляций внутренних тканей, например, таких как абляция почки. Одна из основных проблем применения холода в медицине является трудность в определении границ и глубины криовоздействия. Данная проблема возникает вследствие индивидуальных особенностей ткани, различной скорости охлаждения и высоких градиентов температур во время заморозки [1]. Для повышения точности в определении границ и глубины криовоздействия были разработана система CRYO для изучения импедансных свойств исследуемых объектов [2]. На основе полученных данных от разработанной системы, были проанализированы биоимпедансные спектры мышечной ткани при температуре от минус 18 до плюс 10 градусов Цельсия в частотном диапазоне от 1 до 100 кГц.

Измерение импеданса мышечной ткани проводили в диапазоне от 2кГц до 100кГц. В качестве исследуемого образца, была использованная мышечная ткань свиньи. Температура исследуемого объекта изменялась в диапазоне от минус 20 до плюс 10 градусов Цельсия.

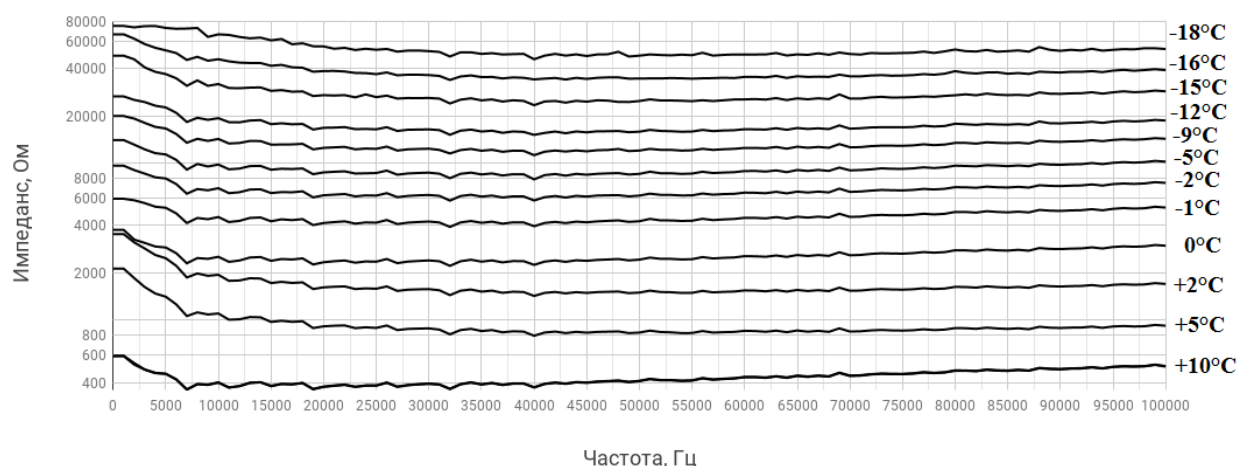


Рис.1 Биоимпедансный спектр мышечной ткани. Ось Y – импеданс в логарифмической шкале в Омах, ось X – частота в Герцах

С повышением температуры в замороженной мышечной ткани начинает резко уменьшаться импеданс. Спустя 10 минут после начала эксперимента поверхностный слой мышечной ткани начинает таять, температура возрастает до минус 2 градусов. После начала процесса таяния уменьшение импеданса происходит уже не так интенсивно. На 40 минуте после начала эксперимента исследуемый образец растаивает, на 60 минуте нагревается до плюс 10 градусов.

Проведение эксперимента можно разделить на несколько стадий: 1. Начальная фаза. Нагрев еще не начался. Импеданс имеет максимальное значение. 2. Нагрев льда, между контактами электрод-лед образуется тонкий слой жидкости, что приводит к резкому уменьшению импеданса. 3. Фаза активное таяние льда. Температура становится близкой к температуре таяния. Для мышечной ткани импеданс уменьшается до 1 кОм. 4. Фазовый переход льда в жидкое состояние. Для мышечной ткани импеданс уменьшается до 300 Ом.

Список публикаций:

[1] Королюк Е. С., Ханахмедова Г. Б. Повышение эффективности определения степени криовоздействия с помощью импедансной томографии // Инженерия для освоения космоса: сборник научных трудов V Международного молодежного форума, г. Томск, 18-20 апреля 2017. Томск. 2017. С. 84-87.

[2] Korolyuk E., Brazovskii K. S. Improved system for identifying biological tissue temperature using electrical impedance tomography // MATEC Web of Conferences. Vol. 158: Space Engineering. Les Ulis, 2018. EDP Sciences, 2018. Vol. 158. P. 1019.