

## К ВОПРОСУ ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ МЫШЕЧНОГО ОКОЧЕНЕНИЯ НА МЕСТЕ ПРОИСШЕСТВИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОЧЕВИДНОСТИ

Вавилов А.Ю.<sup>1</sup>, Халиков А.А.<sup>2</sup>, Найденова Т.В.<sup>3</sup>, Сагидуллин Р.Х.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия Минздрава России», Ижевск, e-mail: izhsudmed@hotmail.com;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» МЗ РФ, Уфа, e-mail: airatexpert@mail.ru;

<sup>3</sup>БУЗ УР «Бюро судебно-медицинской экспертизы Минздрава УР», Ижевск, e-mail: izhsudmed@hotmail.com

При несанкционированном изменении позы трупа на месте его обнаружения, что порой производится родственниками умершего или иными лицами, случайно может быть разрушено мышечное окоченение, сформировавшееся после смерти человека. Соответственно, судебно-медицинский эксперт, проводящий осмотр трупа на месте происшествия, может ошибочно трактовать этот факт, как отсутствие мышечного окоченения в результате его естественного разрешения. Такая ошибка может сопровождаться ошибочным суждением о времени смерти человека, а также затруднить определение позы, в которой находился умирающий. Авторами статьи приводится оригинальный способ биофизической диагностики бывшего механического разрешения мышечного окоченения, позволяющий объективизировать экспертное суждение по вопросам установления факта изменения первоначальной позы трупа и его влияния на возможность определения давности наступления смерти. В основе метода лежит определение величины электрического сопротивления и электрической емкости мышечной ткани, с последующим расчетом вероятности насильственного разрешения мышечного окоченения по разработанному уравнению логистической регрессии.

Ключевые слова: мышечное (трупное) окоченение, механическое разрешение, поза трупа, давность смерти, электрическое сопротивление, электрическая емкость.

## THE ISSUE OF OBJECTIVE ASSESSMENT OF MUSCLE MORTIS UNDER NON-OBVIOUS CIRCUMSTANCES

Vavilov A.Yu.<sup>1</sup>, Khalikov A.A.<sup>2</sup>, Naydenova T.V.<sup>3</sup>, Sagidullin R.H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Izhevsk state medical academy of Ministry of Healthcare of Russia, Izhevsk, e-mail: izhsudmed@hotmail.com;

<sup>2</sup>Bashkyrsky state medical university of Ministry of Healthcare of Russia, Ufa, e-mail: airatexpert@mail.ru;

<sup>3</sup>The forensic medical examination Bureau, Izhevsk, e-mail: izhsudmed@hotmail.com

If unauthorized changes pose the corpse in the place of its detection, which sometimes made by relatives of the deceased or other persons might accidentally be destroyed muscle stiffness, formed after the death of the person. Accordingly, the medical examiner conducting the examination of the corpse at the scene, may incorrectly interpret this fact in absence of muscular rigor upon its natural resolution. This mistake may be accompanied by erroneous judgment about the time of death of the person, and might complicate the identification of posture, the dying was in. The authors of the article give an original way of biophysical diagnostic of former mechanical destruction of muscular rigor, allows objectifying the expert judgment of establishing the fact of changing the original corpse posture and its influence on the ability to determine the time of death. The method based on the determination of the electrical resistance and electric capacity of muscle tissue, with the following computing the probability of violent destruction of muscle rigor as per the logistic regression equation.

Keywords: muscular (rigor) mortis, mechanical destruction, corpse pose, prescription of death, electric resistance, electric capacity.

Вопрос установления давности наступления смерти (ДНС) остается актуальным, с момента возникновения и на всем протяжении существования судебной медицины, как для судебно-медицинских экспертов, так и для органов следствия и суда, что неоднократно обсуждалось на медицинских съездах и конференциях разного уровня [2, 5].

Для достижения достаточно высокой точности определения времени наступления смерти и, как следствие, успешного раскрытия преступлений, направленных против жизни и

здоровья граждан, по мнению многих авторов [2], необходимо сохранить состояние места происшествия и трупа в первозданном виде, т.е. обеспечить неизменный температурный режим данного участка местности, не менять позу, одежду трупа и т.д., что на практике, в реальных условиях, не всегда возможно.

На данный момент наиболее доступными и, следовательно, больше всего используемыми в судебной медицине являются методы визуальной оценки постмортальных изменений, которые представляют собой макроскопическое отражение биохимических и биофизических процессов, происходящих в теле человека после смерти. Наряду с трупными пятнами, охлаждением, высыханием и т.д., важным, достоверным и информативным признаком смерти является «мышечное» (трупное) окоченение, судебно-медицинское значение которого заключается в возможности установления давности наступления смерти человека, в ряде случаев – позы человека в момент его смерти, и даже вероятной причины ее наступления. Однако родственники, иные лица, по незнанию или с умыслом, насильственным механическим путем могут разрушить мышечное окоченение.

Зачастую судебно-медицинский эксперт на месте обнаружения трупа проводит осмотр мертвого тела в условиях неочевидности, в частности, он не знает, разрешалось ли мышечное окоченение насильственным путем, что в последующем может привести к неверной трактовке полученных результатов и ввести в заблуждение правоохранительные органы.

В настоящее время существующие попытки оценить выраженность мышечного окоченения биофизическими методами являются более чем условными, а объективного инструментального метода для установления факта бывшего насильственного механического разрушения мышечного окоченения, отвечающего потребностям судебно-медицинских экспертов и служащего в последующем наглядным обоснованием выводов, по сей день не предложено.

### **Цель исследования**

Путем изучения электрического сопротивления и электрической емкости мышечной ткани трупа создать с помощью современных измерительных приборов объективный инструментальный способ определения факта насильственного механического разрушения мышечного окоченения мертвого тела при несанкционированном изменении его положения и позы.

### **Материал и методы исследования**

Работа выполнена на практическом судебно-медицинском материале и включает трупы лиц обоего пола, различного возраста, с насильственной и ненасильственной смертью, с давностью смерти, не превышающей 24 ч., исследуемых непосредственно на месте их

первоначального обнаружения. В настоящее время исследованию подверглись 100 трупов, у которых было достоверно известно (по данным родственников, сотрудников скорой помощи и т.д.), что положение мертвого тела и его поза не изменялись до прибытия следственной группы и начала осмотра.

Наряду с прочими посмертными явлениями, детально проводили оценку наличия и степени выраженности трупного окоченения в различных группах мышц, соответствия установленным характеристикам, общепризнанным для данной конкретной давности смерти.

С целью изучения электрических характеристик мышечной ткани использовали специализированный RLC-измеритель АКПП-6109, который позволяет оценить ёмкость, индуктивность, тангенс угла потерь, добротность, фазовый сдвиг между током и напряжением, комплексное сопротивление, активное сопротивление, эквивалентное последовательное сопротивление, и что немаловажно – обладает низкой базовой погрешностью (0,1 %) и широким диапазоном параметров тест-сигнала (частота 100 Гц, 120 Гц, 1 кГц, 10 кГц). Прибор включен в Государственный реестр средств измерений и имеет сертификат № 56479-14, действительный до 12.02.19 г.

Непосредственно для съема электрических параметров с тканей мертвого тела использован датчик погружного типа, представляющий собой две иглы из медицинской стали, длиной 2,5 см каждая, закрепленные параллельно друг другу на расстоянии 1,0 см между ними. Датчик вводился в двуглавую мышцу проколом кожи передней поверхности средней трети плеча трупа.

После регистрации общего электрического сопротивления и электрической емкости на частотах тока исследования 100 Гц, 1 кГц и 10 кГц мышечное окоченение в конечности механически разрешалось и исследуемые биофизические параметры фиксировались повторно.

Результаты исследования и все учитываемые факторы вносились в Базу данных, формируемую с помощью программы MicrosoftExcel, входящей в состав офисного пакета программ MicrosoftOffice.

После окончания осмотра, исследованные тела в порядке, предусмотренном действующим законодательством, направлялись для проведения судебно-медицинской экспертизы (исследования) на базе Государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Бюро судебно-медицинской экспертизы Министерства здравоохранения Республики Башкортостан». Результаты судебно-медицинской экспертизы использовались, в том числе в качестве объективного критерия давности смерти человека, подтверждая показания свидетелей.

Анализ полученных цифровых результатов (величина электрического сопротивления и емкости мышечной ткани на различных частотах тока исследования) осуществлялся в соответствии с правилами, принятыми для медико-биологических исследований [1, 3].

### Результаты и их обсуждение

Результаты исследований электрических характеристик мышечной ткани представлены на рисунках 1–2.

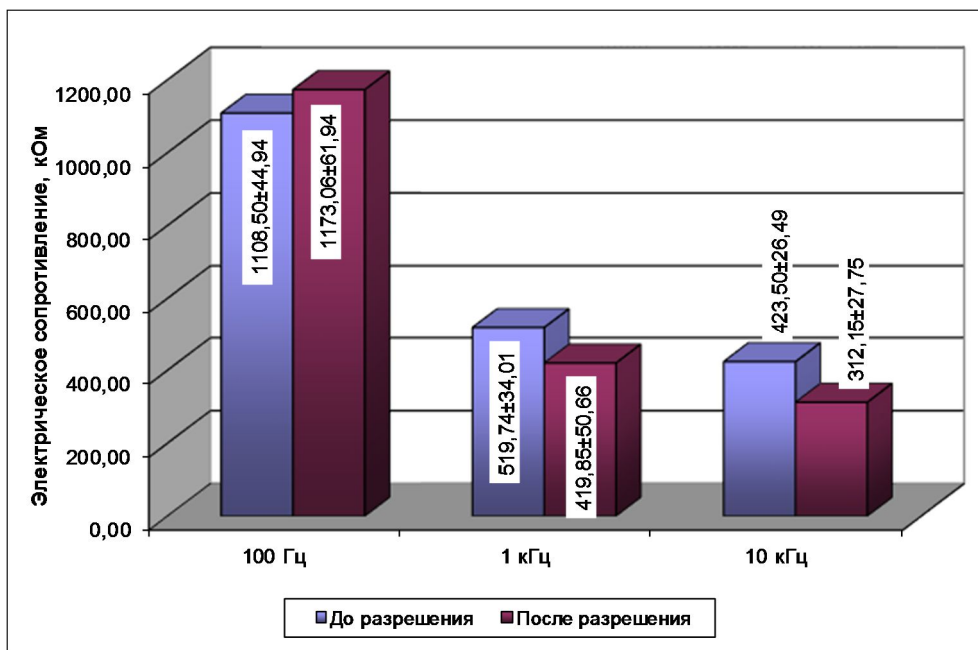


Рис. 1. Электрическое сопротивление (кОм) двуглавой мышцы плеча трупа до и после механического разрешения ее окоченения

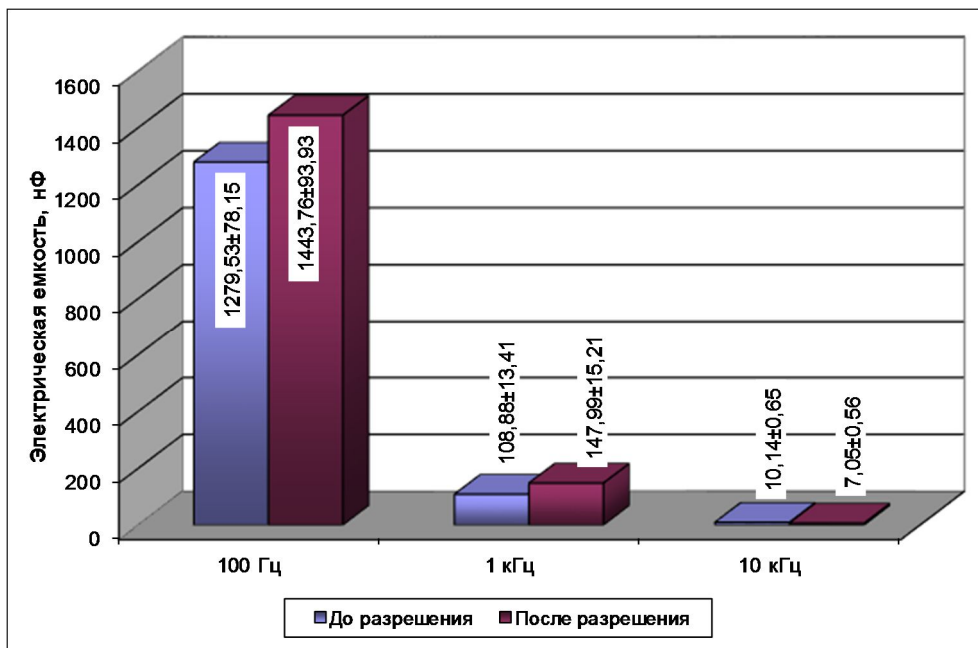


Рис. 2. Электрическая емкость (нФ) двуглавой мышцы плеча трупа до и после механического разрешения ее окоченения

Как видно на представленных диаграммах, во всех случаях, после насильственного механического разрешения мышечного окоченения наблюдалось изменение регистрируемых электрических характеристик – электрическая емкость на частотах тока исследования 100 Гц и 1 кГц повышалась, а на частоте 10 кГц – снижалась.

Таблица 1

Средние значения исследованных электрических параметров  
и их сравнение по критерию Стьюдента

Параметр	Окоченение не разрушалось					
	Электр. емкость, нФ			Электр. сопротивление, кОм		
Частота	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 Гц	1 кГц	10 кГц
Среднее	1279,526	108,882	10,142	1108,500	519,737	423,500
Ст. отклонение	331,589	56,927	2,786	190,652	144,285	112,410
Параметр	Окоченение разрушено					
	Электр. емкость, нФ			Электр. сопротивление, кОм		
Частота	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 Гц	1 кГц	10 кГц
Среднее	1443,765	147,985	7,047	1173,059	419,853	312,147
Ст. отклонение	375,743	60,839	2,257	247,769	202,653	111,003
Сравнение по критерию Стьюдента (t)						
Коэфф. Стьюдента	1,384	1,984	3,678*	0,869	1,686	2,987*
Критич. значение	2,028					

Примечание: \* – наличие достоверных различий при  $P \geq 95\%$ .

Электрическое сопротивление на частоте тока исследования 100 Гц несколько повышалось, на прочих частотах – регистрировалось его снижение (Таблица 1).

При проведении межгруппового сравнения средних значений величин электрического сопротивления и электрической емкости мышечной ткани по критерию Стьюдента подтвердился факт, что данные изменения являются достоверными (превышение вычисленного значения коэффициента Стьюдента его критической величины, установленной для  $P \geq 95\%$ ) [4].

В последующем нами было решено произвести разработку математического выражения, позволяющего судебно-медицинскому эксперту, подставив полученные в ходе исследования электрические параметры мышечной ткани трупа, и путем несложных вычислений, с определенной долей вероятности, указываемой в процентном отношении, высказаться, разрешалось ли мышечное окоченение на трупе. В математике для разрешения таких задач обычно используют уравнения логистической регрессии – метод построения линейного классификатора, позволяющий оценивать апостериорные вероятности принадлежности объектов некоторым классам [1]. Т.е., вычисление вероятности происхождения какого-либо события, с выражением этой вероятности в долях целого (в процентах) в интервале от 0 до 1.

Для формирования уравнения логистической регрессии использованы специализированные компьютерные программы, в основу которых положены принципы искусственного интеллекта, работающие в соответствии с принятым заданием независимо от желания ученого. Одним из таких быстрых и удобных пакетов является SPSSforWindows.

На четвертом шаге пошагового алгоритма исследования было получено уравнение логистической регрессии, наиболее точно соответствующее заданным условиям. Значения полученных переменных уравнения логистической регрессии представлены в таблице 2.

Таблица 2

Переменные в уравнении логистической регрессии

	<b>В</b>	<b>Среднеквадратичная ошибка</b>	<b>Критерий Вальда</b>	<b>Значимость</b>
<b>C10k</b>	-0,241	0,125	3,715	95%
<b>R100</b>	0,004	0,002	2,678	91%
<b>R10k</b>	-0,007	0,004	3,719	95%
<b>Константа</b>	0,558	1,632	0,117	

Примечание: C10k – электрическая емкость на частоте тока исследования 10 кГц, нФ;  
R100 и R10k – электрическое сопротивление на частотах тока исследования 100 Гц и 10 кГц, соответственно, кОм.

Как видно из представленной таблицы, для решения заявленной задачи достаточно определения трех электрических параметров – электрической емкости мышечной ткани трупа на частоте тока исследования 10 кГц и ее электрического сопротивления на частотах 100 Гц и 10 кГц. Это подтверждается высокими значениями критерия Вальда – Вольфовица [3], применяемого как тест для анализа регрессионных остатков. Достоверность полученных результатов превышала 90 % (Таблица 2).

Следовательно, рассчитать вероятность факта бывшего насильственного механического разрешения мышечного окоченения трупа и решить задачи настоящего исследования можно, измерив величину электрического сопротивления мышечной ткани на частотах 100 Гц и 10 кГц и величину электрической емкости мышечной ткани на частоте 10 кГц, и подставив полученные значения в формулу:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-0,558} \times e^{0,241 \times C_{10k}} \times e^{-0,004 \times R_{100}} \times e^{0,007 \times R_{10k}}} \times 100 \quad (1)$$

где  $P$  – вероятность факта бывшего насильственного механического разрешения мышечного окоченения трупа, %;

$C_{10k}$  – величина электрической емкости мышечной ткани на частоте 10 кГц, нФ;

$R_{100}$  – электрическое сопротивление мышечной ткани на частоте 100 Гц, Ом;

$R_{10k}$  – электрическое сопротивление мышечной ткани на частоте 10 кГц, Ом,

и при  $P \geq 95$  дают заключение о бывшем насильственном механическом разрешении мышечного окоченения трупа, а при  $P < 95$  дают заключение о разрешении мышечного окоченения трупа естественным путем.

Проиллюстрируем метод наблюдениями из практики судебно-медицинских экспертиз.

**Пример 1:** Судебно-медицинское исследование трупа гр. А. При осмотре трупа установлено, что мышечное окоченение в двуглавой мышце правого плеча отсутствует. Измерено электрическое сопротивление и электрическая емкость мышечной ткани указанной мышцы. Получены значения:  $C_{10k} = 6,1$  нф,  $R_{100} = 1850$  Ом,  $R_{10k} = 423$  Ом.

Произведен расчет вероятности факта бывшего насильственного механического разрешения мышечного окоченения трупа по формуле:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-0,558} \times e^{0,241 \times 6,1} \times e^{-0,004 \times 1850} \times e^{0,007 \times 423}} \times 100 = 97\%$$

Поскольку вычисленное значение  $P > 95$ , сделан вывод, что мышечное окоченение двуглавой мышцы правого плеча трупа разрешено насильственно механическим путем.

Указанный вывод эксперта подтвержден следственными данными – мышечное окоченение было разрешено родственниками умершего человека при перемещении трупа и изменении его позы, давность наступления смерти гр-на А. составляла 26 часов.

**Пример 2:** Судебно-медицинское исследование трупа гр. Б. При осмотре трупа установлено, что мышечное окоченение отсутствует в обеих верхних конечностях. Измерено электрическое сопротивление и электрическая емкость мышечной ткани двуглавой мышцы левого и правого плеч трупа.

Получены значения: левая конечность –  $C_{10k} = 13,95$  нф,  $R_{100} = 1150$  Ом,  $R_{10k} = 583$  Ом, правая конечность –  $C_{10k} = 13,75$  нф,  $R_{100} = 950$  Ом,  $R_{10k} = 448$  Ом.

Произведен расчет вероятности факта бывшего насильственного механического разрешения мышечного окоченения трупа по формуле:

Левая конечность:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-0,558} \times e^{0,241 \times C_{10k}} \times e^{-0,004 \times R_{100}} \times e^{0,007 \times R_{10k}}} \times 100 =$$
$$= \frac{1}{1 + e^{-0,558} \times e^{0,241 \times 13,95} \times e^{-0,004 \times 1150} \times e^{0,007 \times 583}} \times 100 = 9\%$$

Правая конечность:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-0,558} \times e^{0,241 \times C_{10k}} \times e^{-0,004 \times R_{100}} \times e^{0,007 \times R_{10k}}} \times 100 =$$
$$= \frac{1}{1 + e^{-0,558} \times e^{0,241 \times 13,75} \times e^{-0,004 \times 950} \times e^{0,007 \times 448}} \times 100 = 11\%$$

Таким образом, поскольку вычисленное значение  $P$  для обеих конечностей (и правая и левая)  $< 95$ , сделан вывод, что мышечное окоченение в верхних конечностях трупа разрешилось естественным путем. Указанный вывод эксперта подтвержден следственными данными – поза и положение трупа до осмотра никем не изменялись, давность наступления смерти гр-на Б. составляла 48 часов.

Разработанный способ получил официальное подтверждение своей эффективности, научной и практической новизны, в ходе регистрации изобретения Российской Федерации.

### **Выводы**

Измерение электрической емкости и электрического сопротивления мышц трупа, с последующим применением полученных данных для объективизации биофизических процессов, происходящих в мышечной ткани, позволяет достоверно судить о факте изменения позы мертвого тела, сопровождавшегося насильственным механическим разрешением (разрушением) мышечного (трупного) окоченения.

Разработанное уравнение логистической регрессии может быть применено как расчетный метод для объективного экспертного суждения о факте насильственного механического разрешения (разрушения) мышечного окоченения.

### **Список литературы**

1. Бродецкий Г.Л. Системный анализ в логистике, выбор в условиях неопределённости. – Москва: Academia, 2010. – 336 с.
2. Вавилов А.Ю., Найденова Т.В., Мартева А.В., Халиков А.А. Особенности термометрического исследования трупа на месте его первоначального обнаружения // Проблемы экспертизы в медицине. Научно-практический журнал. – Ижевск: Экспертиза, 2005. – № 2. – С. 15-17.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учебник для вузов. – 10-е изд. – М., 2006. – 575 с.
4. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. / под ред. Н.Е. Бузикашвили, Д.В. Самойлова. – М., 1999. – 459 с.
5. Клевно В.А. Теория и практика судебной медицины: взгляд в будущее // Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики на современном этапе: сб. пленарных и стендовых докл. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 75-лет. Рос. центра судебно-медицинской экспертизы, 17–20 окт. 2006 г. – М., 2006. – С. 6-10.