

УДК 616.018.26+616.08:616-036.88

## СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПЕДАНСНЫХ СВОЙСТВ ПОДКОЖНОЖИРОВОЙ КЛЕТЧАТКИ

В. Н. Метр, Э. В. Туманов, Л. А. Мартемьянова, Р. В. Дорошенко

Гомельский государственный медицинский университет

В оригинальном исследовании показано, что импедансные свойства подкожной жировой клетчатки в первые сутки постмортального периода динамично изменяются и находятся в прямой зависимости от длительности постмортального периода.

Ключевые слова: давность наступления смерти, импеданс.

## FORENSIC-MEDICAL STUDY OF SUBCUTANEOUS FAT IMPEDANCE PROPERTIES

V. N. Metr, E. V. Tumanov, L. A. Martemjanova, R. V. Doroshenko

Gomel State Medical University

In original research it is shown that impedance properties hypodermic fat the first days postmortem period dynamically change and are in direct dependence on duration postmortem period.

Key words: prescription of approach death, impedance.

**Введение**

Определение давности наступления смерти (ОДНС) является одной из наиболее приоритетных задач судебно-медицинской экспертизы. Однако точное определение времени наступления смерти, несмотря на большое количество исследований, проведенных в этом направлении, остается одним из наиболее сложных вопросов судебной медицины.

Особенностью исследований, проводимых в данном направлении, является то, что объектом изучения становится не субстратный, а атрибутивный фактор — время. Исходя из неразрывности таких категорий, как материя, пространство и время, следует, что исследование, опосредованное изучением лишь одной из указанных категорий, позволяет определить давность смерти лишь с определенной степенью достоверности.

В настоящее время существует три основных методики ОДНС:

1. Свидетельства очевидцев.
2. Способ параллелизма: сопоставления событий, имевших место в определенное время, со временем наступления смерти (остановка часов при их повреждении, графиком движения поездов, неизменных привычек умершего и т. п.).
3. Корреляционный способ: нахождение зависимости между разнообразными постмортальными процессами и временем наступления смерти.

Первыми двумя методиками оперируют следственные органы, третья же является прерогативой судебных медиков.

Если в более ранние периоды развития судебной медицины изучались качественные характеристики постмортальных процессов, то на современном этапе многочисленными исследова-

телями ведется разработка количественных способов их оценки и внедрение в повседневную экспертную деятельность. Несмотря на это, имеющиеся на настоящий момент в распоряжении практического эксперта способы ОДНС, обладают неудовлетворительной точностью, что вынуждает при даче заключения вводить интервалы времени, длительность которых прямо пропорциональна посмертному периоду.

В практической судебно-медицинской экспертизе наибольшее распространение получили способы, включающие колометрическую оценку трупных пятен и термометрию трупа по причине оптимального сочетания низкой стоимости, простоты воспроизведения и относительно удовлетворительной точности исследований.

Колометрическая оценка интенсивности и периода восстановления трупных пятен, основывающаяся на их визуальной оценке, субъективна и дает достаточно большие ошибки по мере увеличения посмертного периода. Анализ литературных источников свидетельствует, что сочетание различных окрасок и оттенков трупных пятен дает более 100 их цветовых разновидностей [5], что говорит о крайне сложной их полной и объективной оценке. Для облегчения работы была предложена шкала цветов трупных пятен [3]. Однако, в доступной нам литературе не встречено упоминаний об особенностях трупных пятен у лиц с различными оттенками естественного цвета кожи и смерти на фоне соматических заболеваний и иных состояний, изменяющих цвет кожных покровов. Введение динамометрии трупных пятен несколько повысило объективность исследования, однако, также не смогло дать высокой достоверности измерений. Джамшиди Ф. Г. была предложена двух-

фазная дозированная динамометрия, которая, по мнению автора, фактически сводит к нулю ошибки исследования [2], но очевидно, что предлагаемый способ также не лишен субъективной оценки явления.

Особого внимания заслуживает термометрия трупа. Способ основывается на законе Ньютона об охлаждении тел, который гласит, что охлаждение любого физического тела определено различием между температурой тела и окружающей его средой.

Найденные опытным путем закономерности охлаждения трупа позволяют с относительно высокой достоверностью судить о давности наступления смерти. Однако значительно увеличивают доверительный интервал, либо приводят к неверному ОДНС следующие факторы:

1. Отсутствие достоверных данных о температуре тела перед наступлением смерти и у трупа на месте его обнаружения.

2. Невозможность учета всех колебаний физических свойств среды, в которой находился труп.

3. Применимость закона Ньютона лишь к неорганическим объектам незначительных размеров, так как он не может дать точное описание охлаждения человеческого тела, которое имеет большую массу, неправильную форму и состоит из тканей с различными физическими свойствами.

Нельзя также признать успешными попытки систематизировать все методы ОДНС и в результате составить некую суммарную методику, дающую точное время наступления смерти, как не имеющую под собой достаточного научного обоснования. Ведь, согласно основным законам логики, если каждое исследование, взятое в отдельности, не решает поставленную задачу, то и совокупность таких исследований не приведет к ее решению.

Исходя из того, что все процессы, протекающие в постмортальном периоде, тесно интегрированы между собой, следует, что дискретное исследование какого-либо суправитального изменения, взятого в отрыве от других, невозможно. На наш взгляд, перспективным методом ОДНС является применение физико-математического моделирования посмертных процессов, которые в состоянии дать достаточный временной интервал наступления смерти.

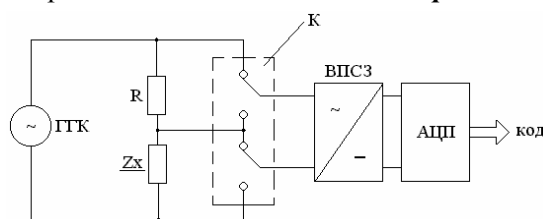
В основе проведенного нами исследования лежит изучение посмертных электрофизиологических процессов, базирующиеся на особенностях динамики электролитов в трупных тканях. Известно, что в живом организме баланс как внеклеточных, так и внутриклеточных электролитов очень жестко «контролируется» и не подвержен значительным колебаниям. Исследования динамики основных электролитов говорит о некоторой закономерности их колебаний, особенно в раннем постмортальном периоде следовательно, это отразится на импедансных свойствах тканей [1, 3, 5, 7].

Низкая корреляция электрофизических свойств и времени наступления смерти, отмеченная ранее другими авторами [3], на наш взгляд, связана с тем, что не учитывались возможные ориентировочные свойства тканей, а также не соблюдалась селективность исследований. Например, в жировой ткани возможно разнонаправленное расположение стромальных компонентов, что изменяет ее импедансные свойства, измеренные парными электродами, расположенными в неортгональных плоскостях [4, 6].

#### **Цель исследования**

Определение динамики импедансных свойств подкожно-жировой клетчатки для установления давности наступления смерти.

#### **Материал и метод**



**Рисунок 1 — Структурная схема измерительного прибора**

В проведенном исследовании применялся измерительный прибор, состоявший из следующих основных блоков: генератора гармонических колебаний (ГГК), коммутатора (К), прецизионного выпрямителя и преобразователя среднего значения (ВПСЗ) и аналого-цифрового преобразователя (АЦП) (см. рисунок 1).

Генератор гармонических колебаний вырабатывал синусоидальное напряжение, которое прикладывалось к последовательной цепи из известного активного сопротивления  $R$  и неизвестного полного сопротивления  $Z_x$ .

Каждое из поочередно взятых напряжений  $U_R$ ,  $U_{Z_x}$ ,  $U_T$  подавалось на ВПСЗ, где они с помощью выпрямителя преобразовывались в однополярное пульсирующее напряжение, из которого с помощью фильтра низких частот выделялось среднее значение напряжения за период, т. е. постоянная составляющая.

Полученное постоянное напряжение подавалось на аналоговый вход АЦП, преобразовывавшее входной аналоговый сигнал в выходной цифровой восьмиразрядный код, который через порт ввода ОЭВМ записывался в со-

ответствующий регистр памяти ОЭВМ, где производились все необходимые вычисления модуля и аргумента комплексного сопротивления или проводимостей  $Y_R$  и  $Y_C$ .

Аналогичная процедура измерений выполнялась и по другой паре ортогональных электродов. Оба результата или их среднее значение индицировались для визуального наблюдения.

Модуль электродов выполнялся в виде отдельного блока.

Измерительные зонды вводились попарно в ортогональных плоскостях так, чтобы их контактная часть размещалась только в исследуемом объеме (рисунок 2). Геометрические размеры модуля электродов:  $2r_0 = 1$  мм,  $l = 3$  мм,  $h + t_1 = 5$  мм,  $t_2 + t_3 = 5$  мм,  $d = 30$  мм. Измерения проводили на частоте 75 Гц.

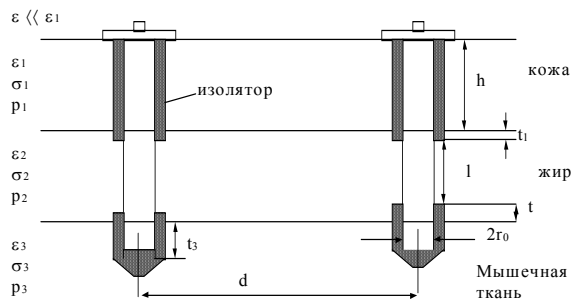


Рисунок 2 — Размещение электродов в биологической ткани

**Полученные результаты и обсуждение**

На рисунке 3 представлены полученные зависимости сдвига фаз между током и напряжением в подкожножировой клетчатке ткани для частот 10, 40, 100 и 200 Гц на протяжении 24 часов.

Существенные изменения отмечены на протяжении первых пяти часов постмортального периода. В начальный момент времени на всех частотах импеданс ткани близок к активному. Затем появляется заметная емкостная составляющая.

Механизм этих изменений можно представить следующим образом. Значительная емкость

( $|\epsilon| > 10^5$ ) образца в начальный момент времени имеет реактивное сопротивление существенно меньше активного ( $\sigma \approx 0,03$ ). Изменение концентраций электролитов идет параллельно процессу разрушения биологических мембран, которые сопровождаются снижением  $\epsilon$  до значений, характерных для воды.

Отмеченную стабилизацию параметров для  $t > 10$  часов, можно объяснить протеканием конкурентных процессов в трупных тканях, а также завершением электролитного насыщения ткани по причине конечных размеров исследуемого образца ткани.

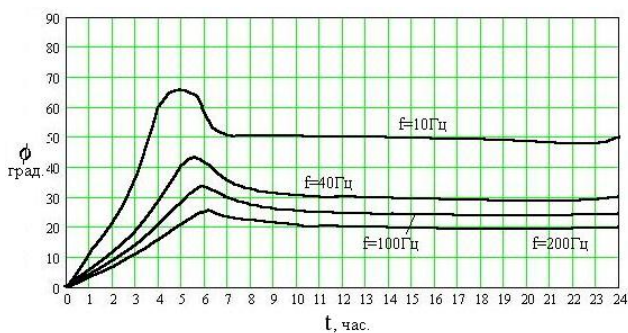


Рисунок 3 — Экспериментальные зависимости сдвига фаз между током и напряжением в жировой ткани

Зависимость  $\phi(t)$ , представленная на рисунке 3, может быть использована для решения задачи установления давности смерти. Для  $t < 5$  часов можно однозначно найти  $t$  по измеренным значениям  $\phi$ , т. е. прибор позволяет устанавливать промежуток времени после прекращения жизнедеятельности биообъекта в наиболее важные с прикладной точки зрения моменты.

**Заключение**

Установлено, что импедансные свойства ПЖК в первые сутки постмортального периода

динамично изменяются и находятся в прямой зависимости от длительности постмортального периода.

Разработанный электроизмерительный прибор может быть применен для прикладных судебно-медицинских исследований, проводимых с целью определения давности наступления смерти.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Ботеазу, Г. А. Диагностика давности смерти в судебной медицине / Г. А. Ботеазу, В. В. Тетерчев, С. В. Унгурия; под ред. Г. А. Ботеазу. — Кишинев: Штиинца, 1987. — 136 с.

2. Джамишиди, Ф. Г. Судебно-медицинское значение динамики развития трупных пятен в ранние сроки посмертного периода при определении давности смерти: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Ф. Г. Джамишиди. — М., 1985.

3. Евгенийев-Тиш, Е. М. Установление давности смерти в судебно-медицинской практике / Е. М. Евгенийев-Тиш. — Казань, 1963. — 184 с.

4. Кинг, Р. Антенны в материальных средах: в 2 т. / Р. Кинг, Г. Смит. — М.: Мир, 1984. — Т. 2. — 364 с.

5. Мельников, Ю. Л. Судебно-медицинское определение времени наступления смерти / Ю. Л. Мельников, В. В. Жаров; под ред. Ю. Л. Мельников. — М.: Медицина, 1978. — 168 с.

6. Ростокин, А. В. Измеритель электрических параметров биологических объектов // Современные проблемы машиноведения: матер. конф. — Гомель, «ГТТУ им. П.О. Сухого», 2000. — С. 37–39.

7. Шагьльджов, К. Ш. Динамика посмертных изменений биохимических показателей крови в условиях аридного климата / К. Ш. Шагьльджов // Суд. мед. экспертиза. — 1991. — № 3 — С. 12–14.

Поступила 28.01.2009

УДК 612.018.2:577.121]:616.15:616–091.1:615.9

## ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕНЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ГОРМОНОВ, РЕГУЛИРУЮЩИХ МЕТАБОЛИЗМ, В КРОВИ ТРУПОВ И ЖИВЫХ ЛИЦ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭТИЛОВОГО АЛКОГОЛЯ

Аль-Турки Али Али<sup>1</sup>, Е. О. Данченко<sup>2</sup>, О. А. Кухновец<sup>2</sup>, А. И. Грицук<sup>1</sup>

Гомельский государственный медицинский университет<sup>1</sup>,  
Управление по Витебской области Государственной службы  
медицинских судебных экспертиз<sup>2</sup>

Установлены различия в концентрации гормонов сыворотки крови трупов и живых лиц при различной концентрации этилового алкоголя. Выявленные изменения могут быть обусловлены процессами, происходящими в посмертном периоде (повышенный цитолиз, нарушение рецепторов, усиленный катаболизм белков, изменение соотношения воды и форменных элементов крови и т. д.). При этом наиболее стабильными молекулами являются стероидные структуры (кортизол). Для определения функции поджелудочной железы рекомендуется определять уровень С-пептида и проинсулина, как более стабильных белковых молекул.

## CHARACTERISTIC OF METABOLISM-REGULATING HORMONES CONCENTRATION CHANGE IN POSTMORTAL AND ALIVE BLOOD DEPENDING ON ETHYL ALCOHOL LEVEL

Al-Turki Ali Ali, E. O. Danchenko, O. A. Kuhnovetz, A. I. Gritsuk

Gomel Stat Medikal University

Management on Vitebsk area of public service of medical judicial examinations

Distinctions in concentration of blood serum hormones in postmortem blood and persons are established at various concentration of ethyl alcohol. The revealed changes can be caused by the processes occurring in the post-mortal period (raised cytolysis, damages of the receptors, increased protein catabolism, change of water and cells of blood ratio, etc.). The most stable molecules are steroid structures (cortisol). For definition of pancreas function it is recommended to determine a level of C-peptide and proinsulin as more stable protein molecules.

### Введение

В последнее время высказывается мнение о несовершенстве сложившейся практики установления диагноза отравления алкоголем и степени интоксикации преимущественно по результатам судебно-химического исследования, поскольку она не позволяет учесть индивидуальную толерантность к этанолу, систематичность и длительность потребления спиртных напитков, фоновую патологию и ряд других важных факторов [1]. Нередко наблюдаются случаи, когда смерть от отравления этиловым алкоголем наступает при более низкой, чем смертельная, концентрации этилового алкоголя в крови. Это может быть обусловлено наличием сопутствующей патологии и нарушением обмена веществ, усугубляющих токсическое действие этилового алкоголя [2]. В связи с этим для судебно-медицинской практики важной задачей является разработка объективных критериев для конкретизации генеза

летального исхода на фоне алкогольного опьянения и выяснение наиболее информативных биохимических показателей нарушения метаболизма при алкогольной интоксикации [3].

**Цель исследования** — выявление закономерных изменений в содержании гормонов, регулирующих метаболизм, в крови трупов при различной концентрации этилового алкоголя и сравнение их с аналогичными показателями в крови живых лиц.

### Материал и метод

В исследовании проведен анализ крови трупов (65 случаев) и живых лиц (154 обследуемых) с различной концентрацией этилового алкоголя. Для определения содержания гормонов кровь от трупов отбиралась шприцем из бедренной вены в течение 24 часов после наступления смерти и сразу доставлялась в лабораторию. В качестве контрольной была использована кровь из 19 трупов, в которой не содержалось этилового алкоголя, и причиной смерти была ишемическая болезнь сердца.